ISSN 0130-0830







СОДЕРЖАНИЕ





ИЗМЕРЕНИЯ И ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

ИЗМЕРИТЕЛЬ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

В. Козловский

При настройке различных низкочастотных устройств (усилителей-корректоров, регуляторов тембра, фильтров и т. д.) много времени затрачивается на измерение амплитудно-частотных характеристик (АЧХ). Обычно для этих целей используют звуковой генератор и милливольтметр или осциллограф. В процессе измерений приходится делать много манипуляций с приборами: переключать пределы измерения и поддиапазоны частот, менять частоту, записывать показания приборов, затем переводить относительные уровни напряжений в децибелы и откладывать точки на графике. Все это отнимает много времени, особенно если приходится изменять номиналы элементов, формирующих АЧХ.

Предлагаемый измеритель частотных характеристик сокращает затраты времени и упрощает наладку низкочастотных устройств. В приборе используется ручной ускоренный компенсационный метод построения АЧХ исследуемых устройств. Измеряемая АЧХ сразу же снимается в децибелах и в логарифмическом масштабе на лист бумаги размером 130×190 мм. При этом не требуется записывать или запоминать уровни напряжения, переводить показания в децибелы, переключать диапазоны генератора и милливольтметра. Максимальная

измеряемая неравномерность АЧХ исследуемого устройства по шкале аттенюатора прибора составляет 48 дБ. Погрешность измерения ±1 дБ по шкале аттенюатора, при использовании дополнительных меток на шкале милливольтметра погрешность измерения уменьшается до ±0,5 дБ. Рабочий диапазон частот 16 Гц...31,5 кГц. Размеры корпуса 345×190×56 мм, масса прибора 2,4 кг.

Радиолюбителям, уже имеющим звуковой генератор и милливольтметр или осциллограф, можно, с целью упрощения конструкции, изготовить только планшет с аттенюатором. В таком варианте работа с прибором будет менее удобна, но все же заметно проще и быстрее, чем обычным методом.

Прибор состоит из трех основных узлов: звукового генератора (ЗГ), милливольтметра нуль-индикатора (МВ) и аттенюатора (*K1*), размещенных в общем корпусе-планшете и питаемых от общего стабилизированного источника, расположенного в том же корпусе. На рис. 1 показана функциональная схема прибора, а на рис. 2 и 3 — структурные схемы возможных соединений узлов прибора с исследуемым устройством. Для соединения узлов прибора между собой и с исследуемым устройством в конструкции предусмотрены соответствующие гнезда и переключатели *S1*, *S2*, *S3* (см. рис. 1). Кнопка *S4* служит для кратковременного выключения сигнала со звукового генератора, что бывает необходимо при определении уровня шумов исследуемых усилителей; резистор *R1* является эквивалентом выходного сопротивления генератора.

Разберем работу прибора в варианте соединений, показанном на рис. 2, положение переключателей *S1...S3* для этого варианта показано на функциональной схеме. Как видно из функциональной схемы, управлять частотой генератора по всему диапазону можно одной ручкой-координатой *F*, а ослаблением сигнала — ручкой-координатой аттенюатора *K1*. Для измерения АЧХ устанавливают ручкой *F* опорную частоту, обычно это 1 кГц, хотя можно любую другую. Эта частота с предварительно установленным напряжением сигнала, номинальным для исследуемого устройства, поступает на вход аттенюатора *K1* и далее на вход исследуемого устройства. Ручку *K1* устанавливают на 0 дБ, при этом напряжение сигнала, поступающего на вход аттенюатора, будет ослаблено им на 20 дБ, что обычно и рекомендуется при

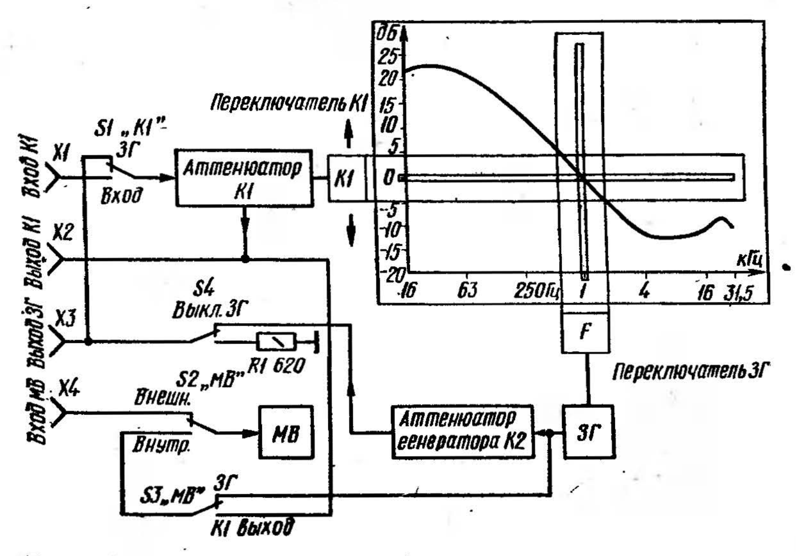


Рис. 1. Функциональная схема прибора



Рис. 2. Структурная схема соединений

Рис. 3. Структурная схема соединений

измерениях АЧХ. Стрелку милливольтметра при помощи ручки плавной регулировки чувствительности мВ устанавливают на 0 дБ. Ставят в перекрестье координат карандашом точку на графике и передвигают ручку *F* генератора на следующее значение частоты, например 2 кГц; если стрелка милливольтметра отклонится от 0 дБ, то, передвигая ручку *К1*, снова устанавливают стрелку на 0 дБ, в перекрестье ставят точку, передвигают ручку на следующее значение частоты и т. д. Таким образом можно быстро, без каких-либо переключений и записей, манипулируя только двумя ручками-координатами, снять частотную характеристику сразу на

график в логарифмическом масштабе. Сетку децибел и частот предварительно вычерчивают непосредственно на приборе шариковой ручкой в прорезях координат.

Измерение АЧХ по структурной схеме (см. рис. 2) позволяет подавать на вход исследуемого устройства номинальное напряжение сигнала без ослабления, что может потребоваться при исследовании устройства с большими завалами АЧХ и высоким уровнем шумов. Так как аттенюатор *К1* в положении ручки переключателя 0 дБ ослабляет напряжение сигнала на 20 дБ, то номинальное напряжение сигнала для такого варианта измерения АЧХ следует предварительно установить по милливольтметру, включенному не на выход ЗГ, а на выход *К1*.

Постоянство входного напряжения исследуемого устройства в процессе измерения АЧХ является основным преимуществом схемы рис. 2 перед схемой рис. 3, так как подъемы и спады АЧХ компенсируются аттенюатором, а потому не может наступить перегрузка усилительных устройств, которая возможна при использовании схемы по рис. 3, при измерениях усилителей, имеющих значительные подъемы АЧХ. При измерениях по схеме рис. 3 желателен дополнительный осциллографический контроль.

При исследованиях устройств, имеющих подъемы или спады АЧХ, выходящие за пределы шкалы прибора, следует принимать за 0 дБ на графике другое значение шкалы аттенюатора, например —15 дБ или +25 дБ.

П р и м е р. АЧХ усилителя должна иметь предполагаемый подъем, относительно частоты 1 кГц, на частоте 20 Гц +35 дБ и спад на частоте 5 кГц — —40 дБ. При измерении левой части характеристики, относительно 1 кГц, принимаем за 0 дБ —15 дБ по шкале аттенюатора, а при измерении правой части характеристики принимаем за 0 дБ +25 дБ. В результате вся характеристика уместится на графике, хотя и с разрывом по вертикали на частоте 1 кГц, но ее характер и форма отдельных частей будут точно соответствовать действительным. Так как разрыв характеристики на графике, на частоте 1 кГц, составит 40 дБ, то, чтобы не менять установленную чувствительность милливольтметра, при переходе от одной части характеристики к другой следует просто изменить аттенюатором *К2* напряжение сигнала со звукового генератора на 40 дБ. Для зарисовок характе-

ристик карандашом удобно использовать лавсановую кальку, позволяющую многократно зарисовывать и стирать записи, под кальку можно подложить вычерченную на бумаге сетку и требуемые формы характеристик.

Наличие входных и выходных гнезд и переключателей позволяет использовать отдельные узлы измерителя частотных характеристик как самостоятельные приборы для каких-либо других измерений.

Звуковой генератор выдает, в зависимости от положения ручки-координаты *F*, сигнал 38 фиксированных частот от 16 Гц до 31,5 кГц. Неравномерность амплитуды выходного напряжения генератора во всем диапазоне частот не более 0,3 дБ. Коэффициент гармоник не более 0,5 %. Максимальное выходное напряжение 2 В регулируется плавно и ступенями через 5 дБ до —20 дБ и через 10 дБ до —80 дБ. Выходное напряжение можно контролировать милливольтметром.

Звуковой генератор прибора построен на основе усилителя с непосредственной связью, работающего в классе А и имеющего две цепи обратной связи между входным и выходным каскадами: ПОС, благодаря которой в схеме возникают гармонические синусоидальные колебаиия, и ООС, с помощью которой стабилизируется амплитуда этих колебаний. Первая цепь представляет собой так называемый мост Вина. Генераторы с мостом Вина отличаются хорошей стабильностью частоты, большим перекрытием по диапазону и постоянством амплитуды.

Принципиальная схема генератора приведена на рис. 4, схема переключателя с времязадающими *RC*-цепями, определяющими частоту колебаний,— на рис. 5. Частоту колебаний, например для положения переключателя 16 Гц, можно рассчитать по формуле

$$f = {}^1/_2\Pi \sqrt{R_1 R_{18} C_1 C_4}$$

или, в упрощенном виде,

$$f = \frac{0{,}159}{R_1 C_1},$$

т. е. сопротивления резисторов *R1...R10* и *R18...R27* в килоомах рассчитаны по упрощенной формуле

$$R = \frac{318}{f} - 1$$

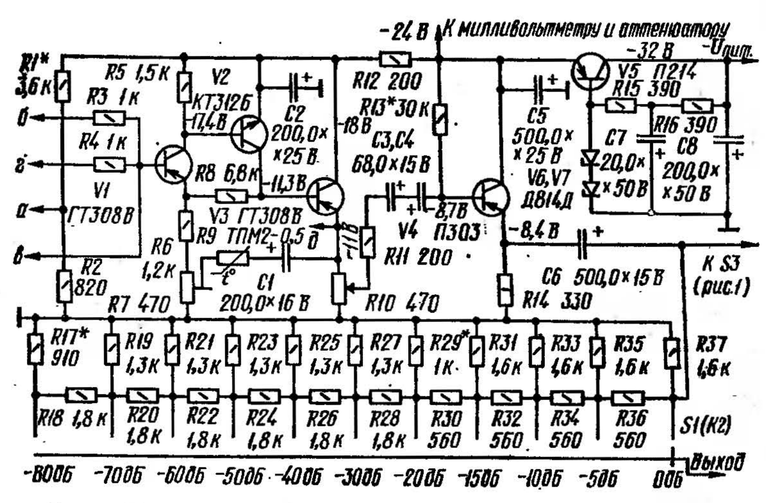


Рис. 4. Принципиальная схема звукового генератора

при емкостях конденсаторов *C1*, *C4* 0,5 мкФ, а сопротивления резисторов *R11*...*R17* и *R28*...*R36* в килоомах по формуле

$$R = \frac{31800}{f} - 1,$$

частота в герцах. Введение в формулы постоянно вычитаемой —1 объясняется тем, что в схеме генератора (см. рис. 4) резисторы *R3*, *R4* сопротивлением 1 кОм включены последовательно со всеми резисторами переключателя *S1* (рис. 5), определяющими частоту колебаний генератора. В схеме переключателя генератора указаны точные расчетные сопротивления резисторов *R1*...*R34*, каждый из этих резисторов подбирался или составлялся из одного-двух резисторов МЛТ-0,25 с точностью до 1...2 %, однако, если к генератору не предъявляются высокие требования по точности частоты, то эти резисторы можно взять близкими к номиналам, указанным на схеме из стандартного ряда.

Чтобы получить на графике сетку частот в логарифмическом масштабе с равномерным шагом, выбрано отношение любой частоты к соседней, равное 1,26, при таком соотношении получатся в диапазоне 16 Гц...31,5 кГц 34 фиксированные частоты: 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000;

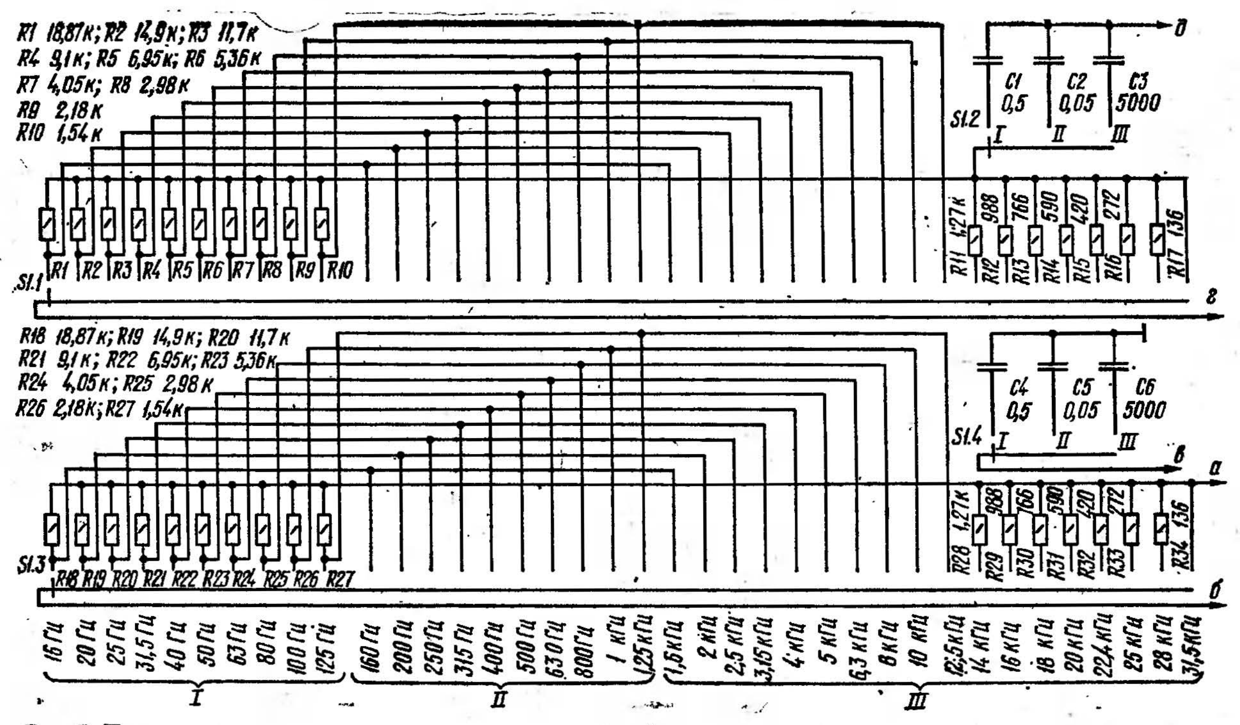


Рис. 5. Принципиальная схема переключателя звукового генератора

1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000; 5000; 6300; 8000; 10 000; 12 500; 16 000; 20 000; 25 000; 31 500 Гц. Для улучшения разрешающей способности прибора на высоких частотах добавлено еще четыре частоты: 14 000; 18 000; 22 400; 28 000 Гц, в итоге получилось 38 фиксированных частот.

Весь диапазон генератора разбит на три поддиапазона: I — 16...125 Гц, II — 160...1250 Гц, III — 1,6...31,5 кГц. На I поддиапазоне в схему генератора подключаются конденсаторы *C1*, *C4* (см. рис. 5), при переходе на II поддиапазон — *C2*, *C5* и в III поддиапазоне — *C3*, *C6*. Как фиксированные частоты, так и поддиапазоны переключаются при поступательном перемещении ручки *F* переключателя *S1.1...S1.4*. Шаг переключения до частоты 12,5 кГц равен 5 мм, а с 12,5 кГц — 2,5 мм.

Цепь ООС включена между эмиттерами транзисторов *V1*, *V3* (см. рис. 4), амплитуда колебаний стабилизирована термистором *R9*, конденсатор *C1* не пропускает постоянную составляющую тока эмиттера транзистора *V3*. Необходимая глубина ООС устанавливается подстроечным резистором *R7*. Нагрузкой эмиттера транзистора *V3* является потенциометр *R10*, с помощью которого можно плавно менять амплитуду выходного напряжения генератора. Сигнал с этого резистора поступает на эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторе *V4*, и далее на аттенюатор *K2* генератора; необходимое ослабление выбирается переключателем *S1*. Резистор *R11* устраняет самовозбуждение эмиттерного повторителя на высоких частотах.

Звуковой генератор питается от стабилизатора напряжения, выполненного на транзисторе *V5* и являющегося общим для всех узлов прибора.

Милливольтметр переменного тока, принципиальная схема которого показана на рис. 6, используется в комплексе со звуковым генератором и аттенюатором *K1* в качестве нуль-индикатора. Имеет четыре предела измерений: 20 мВ, 200 мВ, 2 В и 20 В; входное сопротивление 1 МОм; рабочий диапазон частот 10 Гц... 200 кГц; погрешность измерений до 4 %; шкала линейная. Необходимый предел измерений выбирается трехкнопочным переключателем *S1* с зависимой фиксацией кнопок. При отжатых кнопках, как это и показано на схеме, включен предел «20 В». Измеряемое напряжение сигнала через частотно-компенсированные делители, вы-

бираемые переключателем *S1*, поступает на вход истокового повторителя на транзисторе *V1* и далее через потенциометр *R7*, являющийся плавным регулятором чувствительности, на вход трехкаскадного усилителя, выполненного на транзисторах *V2...V4*. Для согласования усилителя с низкоомной нагрузкой, в данном случае с измерительным прибором, последний каскад усилителя выполнен по схеме эмиттерного повторителя. Для стабилизации усиления, повышения линейности шкалы прибора и выравнивания частотной характеристики в усилителе применена глубокая ООС по переменному току. Сигнал ООС снимается с выхода усилителя по цепи: конденсатор *C12*, мост *V5...V8*, резистор *R17* и подается в цепь эмиттера транзистора *V2*. Напряжение питания милливольтметра дополнительно стабилизировано стабилитроном *V9*.

Аттенюатор *K1* (рис. 7) с шагом переключения в 1 дБ имеет диапазон ослабления сигнала 48 дБ, по шкале прибора от —20 дБ до +28 дБ. Входное сопротивление аттенюатора около 100 кОм, а выходное около 600 Ом, диапазон частот 10 Гц...200 кГц. Погрешность в диапазоне частот звукового генератора менее 0,3 дБ.

Аттенюатор составлен из Т-образных звеньев, включенных по кольцевой схеме. Коммутация производится самодельным переключателем *S1* на 49 положений. Чтобы исключить шунтирование измеряемых устройств низким входным сопротивлением аттенюатора, его входное сопротивление увеличено с помощью эмиттерного повторителя, выполненного на транзисторах *V1*, *V2*.

Все узлы прибора питаются от общего блока питания, схема которого показана на рис. 8. Напряжение снимается с обмотки *II*. Кроме того, блок питания дополнен еще двумя маломощными стабилизированными выпрямителями, которые могут использоваться для питания исследуемых устройств как однополярным, так и двуполярным напряжеиием, что создает удобства при налаживании аппаратуры.

Выходное напряжение дополнительных выпрямителей регулируется от 0 до 25 В, максимальный ток нагрузки около 150 мА. Выпрямители могут быть использованы как по отдельности, так и в последовательном или параллельном соединении.

На рис. 8 приведена схема одного из выпрямителей, второй выпрямитель питается от обмотки *IV* и анало-

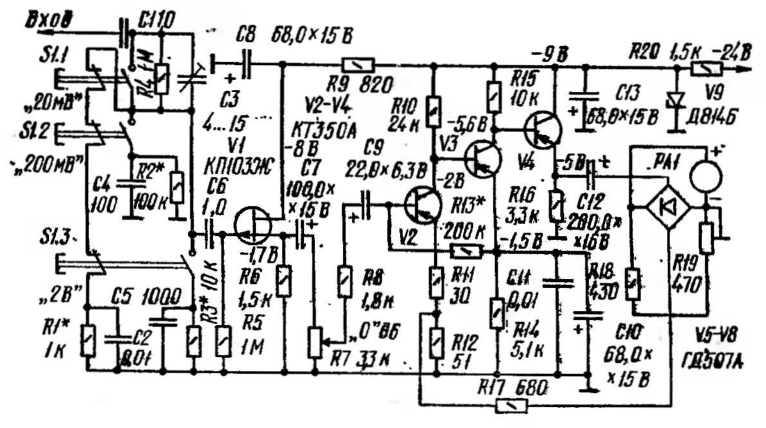


Рис. 6. Принципиальная схема милливольтметра

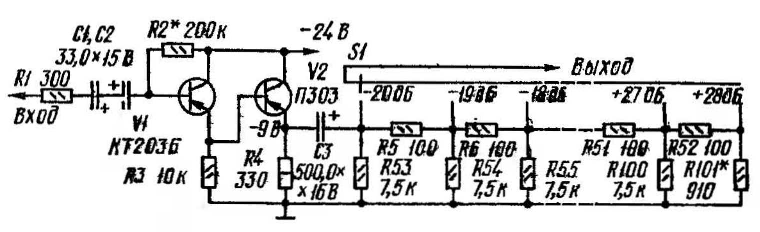


Рис. 7. Принципиальная схема аттенюатора

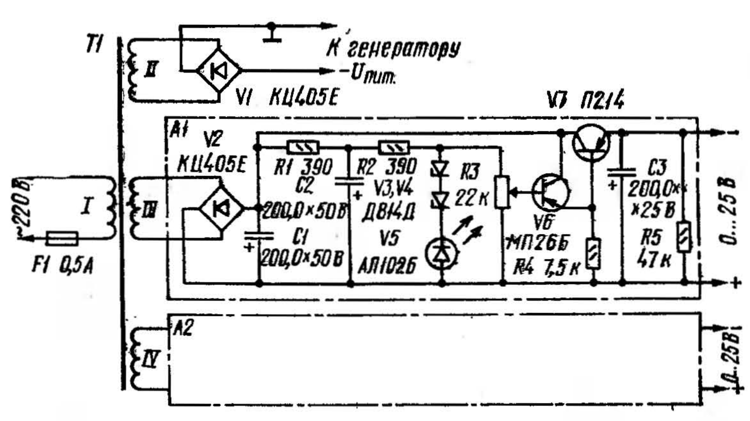
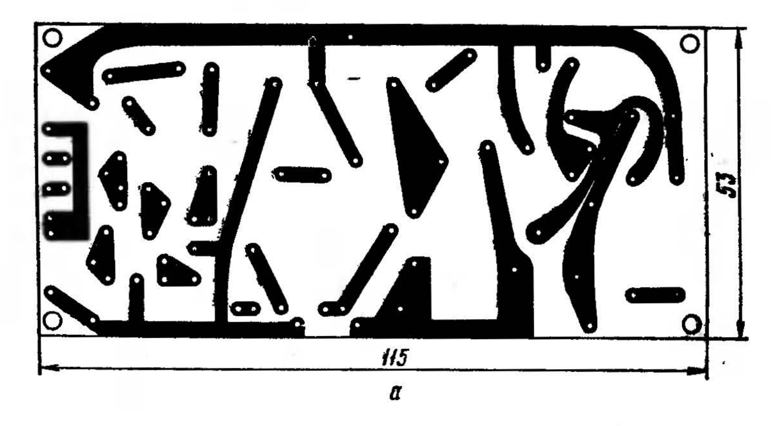


Рис. 8. Принципиальная схема блока питания прибора



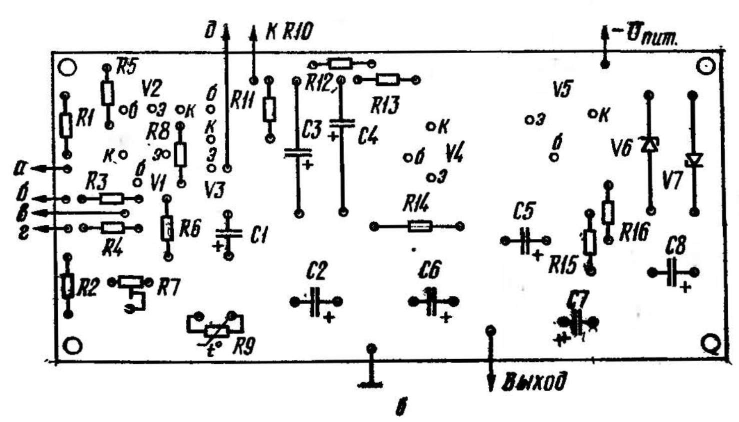


Рис. 9. Плата звукового генератора

гичен первому. Светодиод *V5* является индикатором перегрузки выпрямителя по току; при перегрузке уменьшается яркость свечения, при коротком замыкании на выходе светодиод гаснет.

Рисунок печатных плат и расположение радиоэлементов звукового генератора, милливольтметра и аттенюатора приведены на рис. 9, 10, 11. Чертежи деталей переключателя генератора показаны на рис. 12, 14, аттенюаторов — на рис. 15, 16. Платы переключателей изготовлены из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм, необходимые контактные площадки на лицевой стороне плат формируются путем

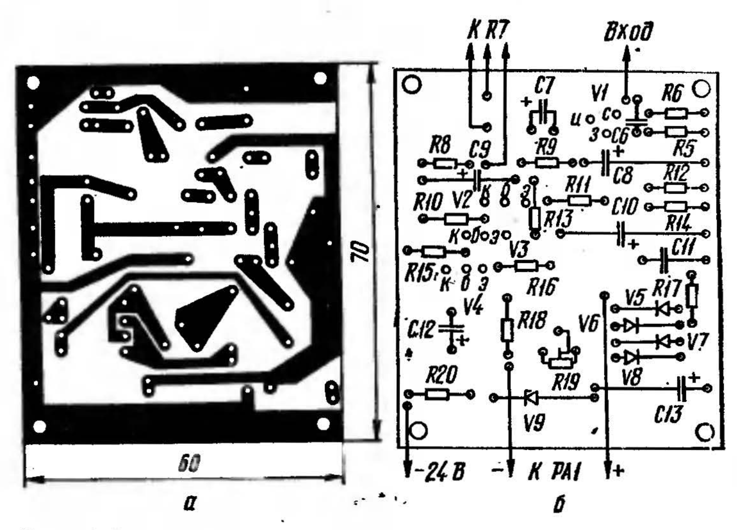


Рис. 10. Плата милливольтметра

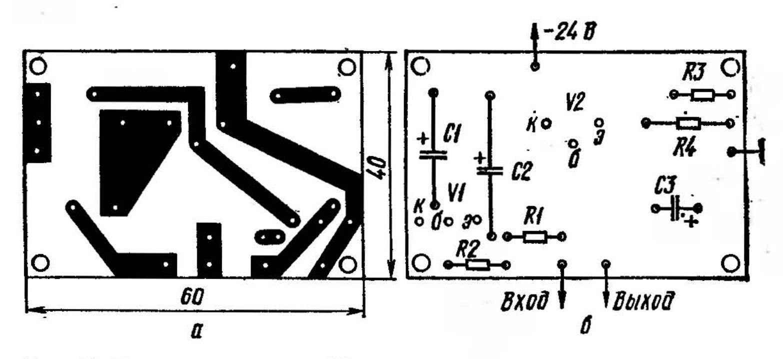


Рис. 11. Плата аттенюатора *К1*

прорезания фольги узким (шириной 0,3...0,4 мм) резаком, изготовленным из ножовочного полотна. С обратной стороны платы переключателя генератора также прорезают фольгу в виде 20 параллельных полос шириной 2 мм и четырех полос шириной 4 мм по длинной стороне платы — эти полосы используют в качестве проводников для соединений схемы согласно рис. 5. Монтажная схема показана на рис. 13.

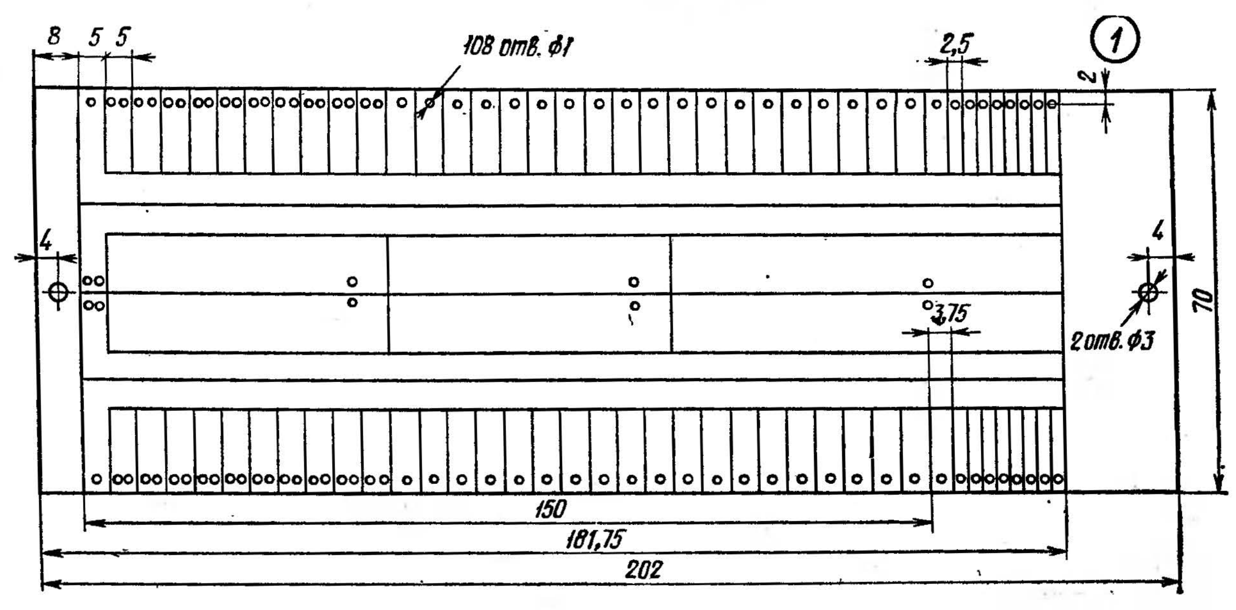


Рис. 12. Чертеж платы переключателя звукового генератора

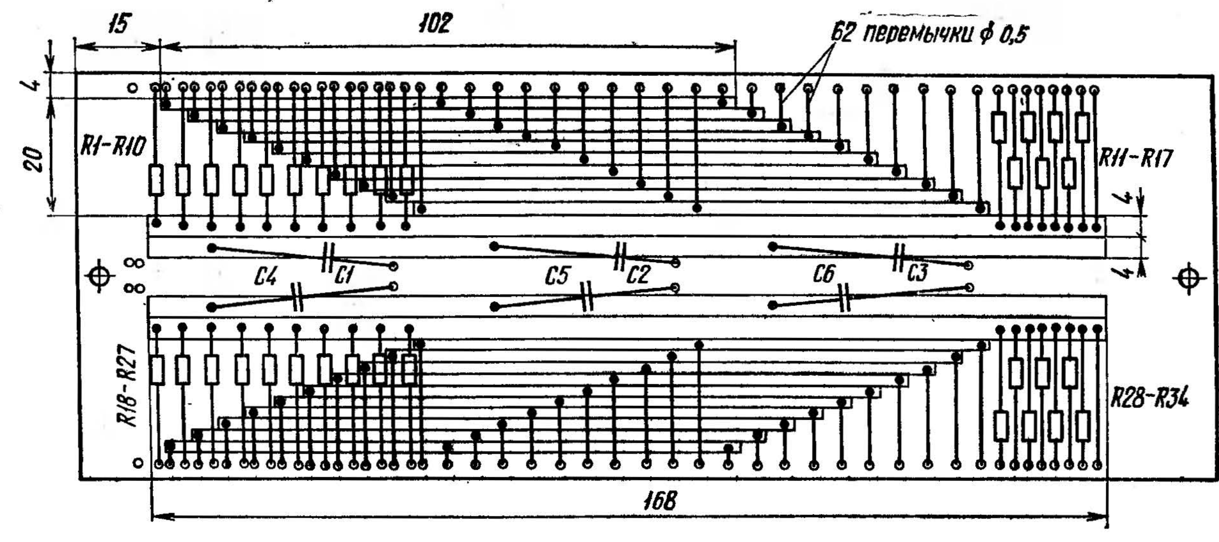


Рис. 13. Монтажная схема переключателя звукового генератора

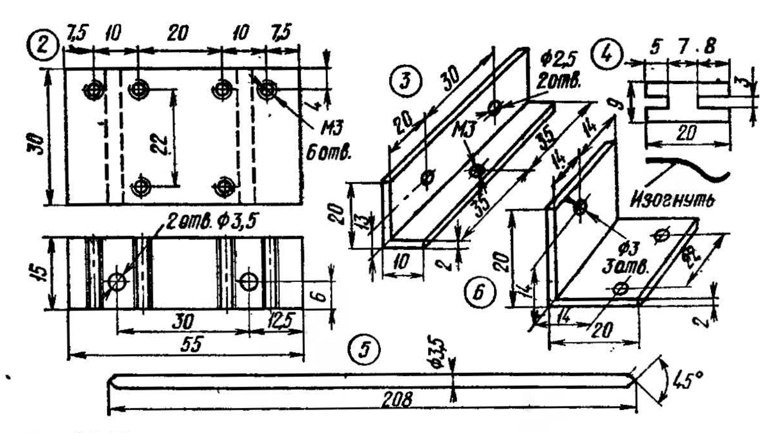


Рис. 14. Детали переключателя звукового генератора

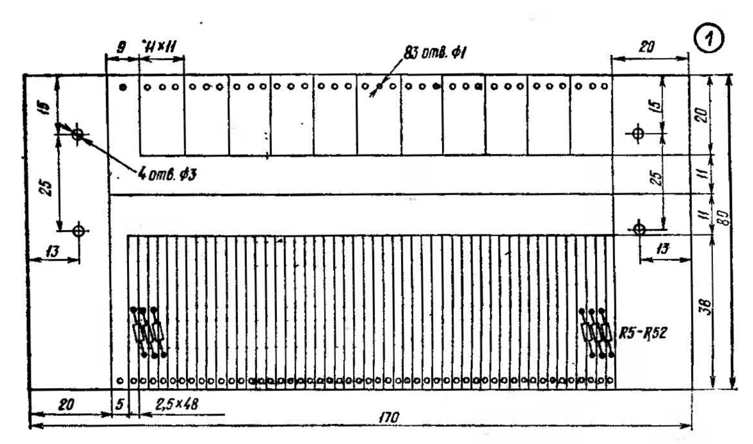


Рис. 15. Чертеж платы переключателя аттенюаторов

Фольга с обратной стороны платы переключателей аттенюаторов оставлена в качестве экрана. Резисторы *R5...R52* аттенюатора *K1* припаивают с лицевой стороны платы, как это показано на рис. 15. При изготовлении переключателей для обеспечения плавного хода без заеданий и люфтов следует обратить внимание на точность разметки и сверления отверстий на деталях, сопряженных с осями *5* и *7* (см. рис. 14 и 16). Для обеспечения надежного контакта желательно посеребрить контактные площадки плат, а на движущиеся контакты напа-

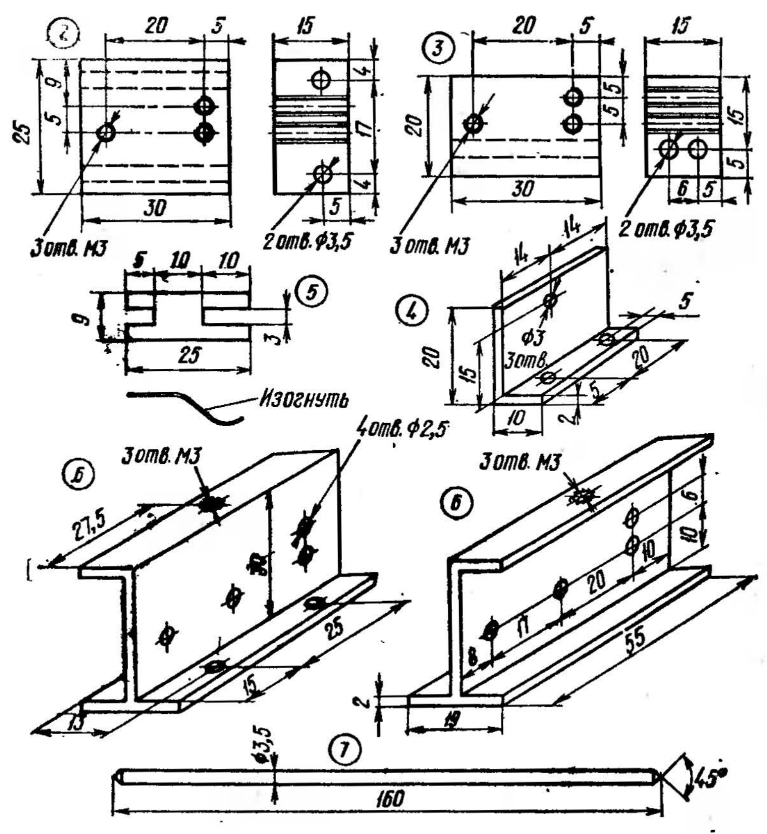


Рис. 16. Детали переключателей аттенюаторов

ять отрезки серебряной проволоки диаметром 0,5 мм, возможно использование контактов от малогабаритных реле. Корпус прибора склеен дихлорэтаном из белого листового полистирола толщиной 3 мм, развертка корпуса (внешние размеры) показана на рис. 17, чертеж ручек-координат — на рис. 18. На боковой стенке корпуса, в отверстиях диаметром 13 мм размещены четыре гнезда-разъема для подключения узлов прибора к исследуемым устройствам. В качестве разъемов использованы стандартные антенные вводы от телевизора. В отверстие диаметром 15 мм вставлен разъем СГ5. Он включен параллельно гнезду *X1* «Выход» *K1*. В отвер-

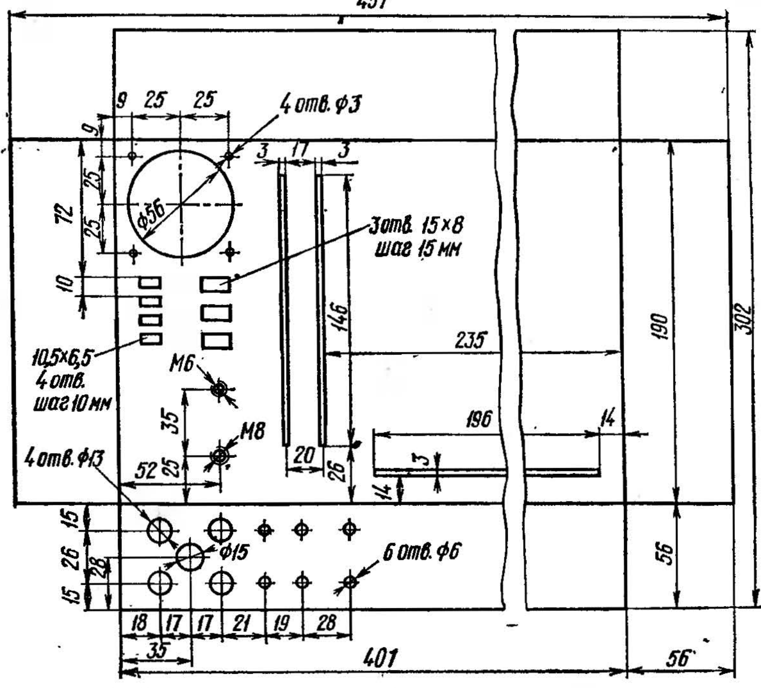


Рис. 17. Развертка корпуса прибора

стиях диаметром 6 мм установлены гнезда и потенциометры дополнительных выпрямителей.

Входные цепи милливольтметра и коммутационные элементы, связанные с этими цепями, следует экранировать. Лицевая панель корпуса закрыта фальшпанелью, выполненной из органического стекла толщиной 1 мм с прямоугольным отверстием размером 130×190 мм для графика. Внешний вид прибора показан на рис. 19.

В приборе можно применить маломощные транзисторы со статическим коэффициентом передачи тока $h_{21э} \geqslant 80$. Транзисторы ГТ308В можно заменить на П416Б, транзистор КТ312Б — транзисторами КТ315Б, КТ342А. В милливольтметре транзистор КП103Ж можно заменить на КП103Е, КП103И, КП10К, транзисторы КТ350 — любыми маломощными кремниевыми транзисторами проводимости *p-n-p*. Мощные транзисторы П303 на П601...П609, а КТ203Б транзисторами КТ209, КТ501,

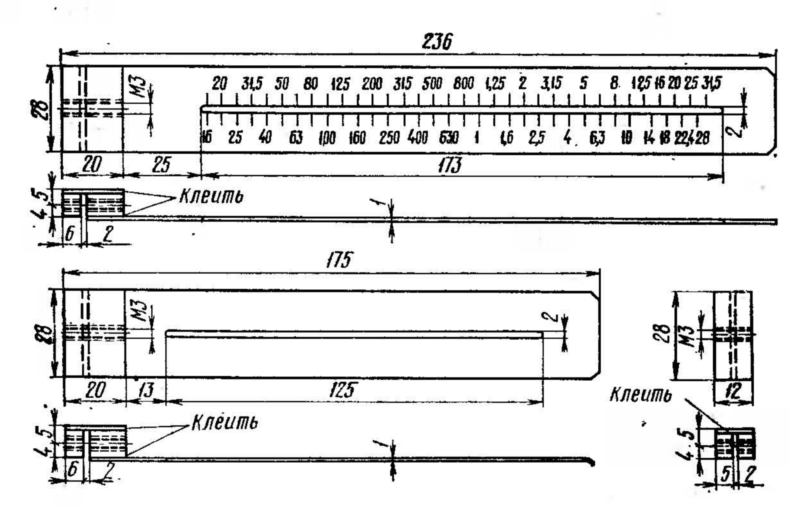


Рис. 18. Чертеж ручек-координат переключателей аттенюатора и звукового генератора

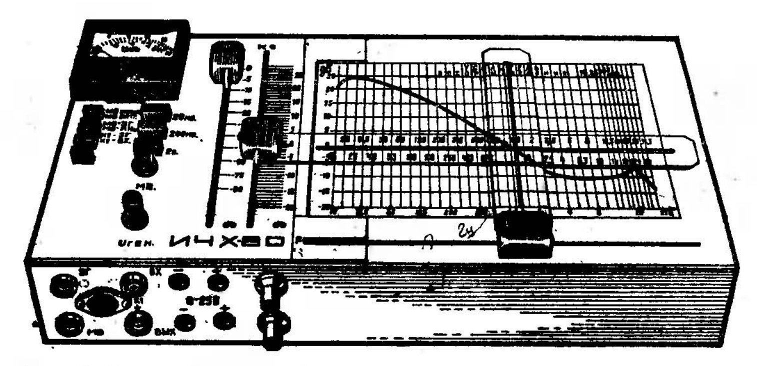


Рис. 19. Внешний вид прибора

КТ361. Конденсаторы *С3*, *С4* (см. рис. 4) и *С1*, *С2* (см. рис. 7) К53-1, включенные встречно-последовательно, можно заменить неполярными конденсаторами емкостью 20...50 мкФ. Все остальные электролитические конденсаторы К50-6. Конденсаторы в милливольтметре КМ-5, КМ-6. Подстроечные резисторы СПО-0,5. Переменный резистор *R10* (см. рис. 4) ППЗ-40, остальные переменные резисторы СПЗ-4аМ. Постоянные — МЛТ и ВС. Термистор ТПМ2-0,5 можно заменить термистором *Т9*.

На мощных транзисторах в стабилизаторах напряжения укреплены радиаторы из листовой латуни, согнутые в виде флажка, площадью около 40 см^2.

Трансформатор питания прибора выполнен на магнитопроводе Ш20×30. Обмотка *I* содержит 1750 витков провода ПЭВ-1 0,12, а обмотки *II*, *III*, *IV* по 240 витков провода ПЭВ-1 0,3. В милливольтметре в качестве измерительной головки *PA1* применен прибор М2001 чувствительностью 50 мкА, возможно применение микроамперметра чувствительностью 50...200 мкА.

Налаживание прибора целесообразно начать со звукового генератора. Режимы транзисторов приведены на принципиальных схемах прибора. Если эти режимы отличаются от указанных на схеме более чем на 10...15 %, то необходимо подобрать резисторы, отмеченные звездочкой; в звуковом генераторе это резисторы *R1*, *R13* (см. рис. 4), в милливольтметре — *R13* (см. рис. 6), аттенюаторе — *R2* (см. рис. 7).

Стабильность амплитуды выходного напряжения по диапазону и коэффициент гармоник генератора зависят от точности согласования сопротивлений резисторов *R1...R17* и *R18...R34* (см. рис. 5), эти резисторы желательно подобрать предварительно парами с точностью до 1...2 %. К конденсаторам *C1...C3* и *C4...C6* предъявляются такие же требования, конденсаторы *C3*, *C6* емкостью 5000 пФ выбраны из конденсаторов типа БМ-2 емкостью 5100 пФ, конденсаторы *C1*, *C4* — МБМ, *C2*, *C5* — К73-П3. Выходное напряжение генератора, равное 2 В, устанавливают подстроечным резистором *R7* (см. рис. 4), при этом потенциометр *R10* должен находиться в верхнем по схеме положении. После наладки ЗГ проверяют неравномерность АЧХ по диапазону, которая не должна превышать 0,3 дБ. Проверяют соответствие фиксированных частот генератора с оцифровкой шкалы на ручке-координате *K1*, для контроля используют частотомер или образцовый генератор с осциллографом. При необходимости можно сдвинуть весь частотный диапазон в любую сторону подбором резисторов *R3*, *R4* (см. рис. 4). Проверяют коэффициент ослабления сигнала аттенюатором генератора (*K2*) во всех положениях переключателя *S1* (см. рис. 4), при необходимости подбирают резисторы *R29* и *R17*, эти резисторы подбирают в положениях переключателя *S1* «—20 дБ» и «—80 дБ» соответственно.

Таблица 1

Значения нелинейной шкалы, дБ	+2	+1	+0,5	0	—0,5	—1	—2	—3
Значения линейной шкалы, В	2,02	1,8	1,7	1,6	1,51	1,43	1,27	1,13

Продолжение

—4	—5	—6	—7	—8	—9	—10
1,01	0,9	0,8	0,71	0,64	0,57	0,51

При наладке милливольтметра (см. рис. 6) включают переключателем *S1.1* диапазон «20 мВ», потенциометр *R7* устанавливают в крайнее верхнее по схеме положение и подают от звукового генератора напряжение 20 мВ. Резистором *R19* устанавливают стрелку прибора *PA1* на соответствующую отметку шкалы. Показания прибора на остальных пределах корректируют подбором резисторов *R1...R3*.

На вход аттенюатора *K1* подают от ЗГ напряжение 2 В, устанавливают переключатель *S1* (см. рис. 7) в положение «+28 дБ» и измеряют напряжение на выходе аттенюатора, которое должно быть 7,97 мВ, при отклонении корректируют показания подбором резистора *R101*.

Микроамперметр милливольтметра имеет линейную шкалу 0...2 В и вспомогательную нелинейную шкалу для отсчета напряжения в децибелах. Расположение меток шкалы децибел наносится против значений первой шкалы (в вольтах) (табл. 1).

При некотором усложнении конструкции прибора процесс измерения и вычерчивания графика можно сделать полуавтоматическим. Для этого движок аттенюатора *K1* связывают с помощью верньерного устройства и редуктора с валом миниатюрного электродвигателя постоянного тока, который включают на выход операционного усилителя с простейшим усилителем мощности. На

один вход операционного усилителя подают напряжение сигнала с выхода милливольтметра, второй вход подключают к движку потенциометра, подключенного к источнику питания. Этот потенциометр используют для предварительной установки движка аттенюатора *К1* в определенном месте графика, например на 0. При совпадении уровней на входах усилителя двигатель не вращается и ручка-координата *К1* стоит на месте. При отклонении АЧХ от горизонтали изменится напряжение на выходе милливольтметра и на первом входе операционного усилителя, начнет вращаться двигатель, передвинется ручка *К1* и скомпенсирует изменение напряжения. В результате перо, установленное в перекрестье координат, вычертит действительную АЧХ исследуемого устройства. Процесс измерения и вычерчивания АЧХ будет заключаться в плавном перемещении рукой ручки *F* генератора по диапазону.

Литература

1. Баранов Ю. И. Измерительные прнборы на транзисторах.— М.: Энергия, 1973, с. 52.

2. Панин Н. М. Переменные аттенюаторы и их применение.— М.: Энергия, 1971, с. 13.

3. Низкочастотный милливольтметр.— Радио, 1974, № 5, с. 60.

ДЕШИФРАТОРЫ НА МИКРОСХЕМАХ К155РЕЗ

Н. Назаров

В настоящее время выпускается широкая номенклатура дешифраторов для управления индикаторами. Это К155ИД1, К155РЕ22, К155РЕ23, К161ПР1, К514ИД1, К514ИД2 и т. д. Все эти дешифраторы дефицитны и, кроме того, не могут удовлетворять всем требованиям, так как иногда требуется индикация специальных символов или индикация на 16-сегментных индикаторах.

В таких случаях для управления индикаторами может быть использовано программируемое постоянное запоминающее устройство К155РЕЗ.

Микросхема К155РЕЗ программируется пользователем (см. «Программатор для микросхем К155РЕЗ» ВРЛ № 78 1982 г.), а, значит, радиолюбитель может на ее

основе создать уникальный дешифратор для реализации необходимых функций.

На рис. 1 приведена схема использования микросхемы К155РЕЗ в качестве дешифратора для индикации цифр от нуля до девяти с запятой или без запятой на индикаторе ИВ-3А. На входы *10, 11, 12, 13* микросхемы К155РЕЗ (*D2*) поданы сигналы с выхода двоично-десятичного счетчика К155ИЕ2 (*D1*). На вход разрешения выборки *15* микросхемы *D2* подан низкий логический уровень. Для индикации запятой совместно с цифрами на вход *14* подается низкий уровень. При подаче на вход *14* высокого уровня запятая не подсвечивается. Когда на выходе микросхемы *D2* низкий логический уровень, потенциал на сегменте — аноде лампы *H1* — становится близким к нулю, сегмент не светится. Когда уровень высокий (выходной транзистор микросхемы *D2* закрыт), потенциал сегмента становится высоким, так как задается одним из резисторов *R1...R8*, сегмент подсвечивается. Состояния выходов микросхемы *D2* приведены в табл. 1. Эта таблица должна быть использована при программировании микросхемы К155РЕЗ. Микросхемы поступают с завода-изготовителя с записанными во всех разрядах нулями. С помощью программатора в соответствии с таблицей производится запись единиц в нужные разряды.

На рис. 2 приведена схема использования микросхемы К155РЕЗ в качестве дешифратора для индикации дней недели на двух семисегментных индикаторах ИВ-3А. Такой блок может быть включен в состав цифровых часов. Импульс, соответствующий концу суток (00 часов), со счетчика часов через схему ИЛИ на ми-

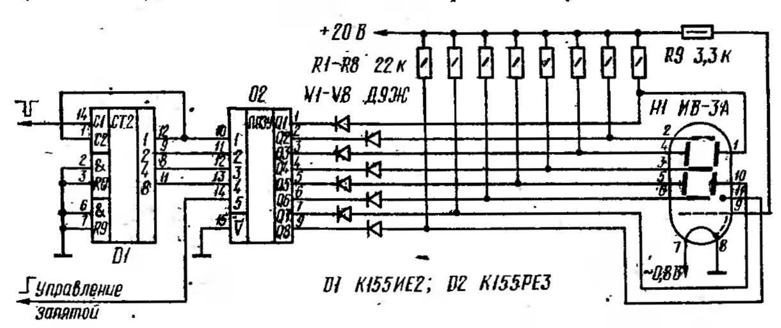


Рис. 1. Дешифратор для индикации цифр от 0 до 9

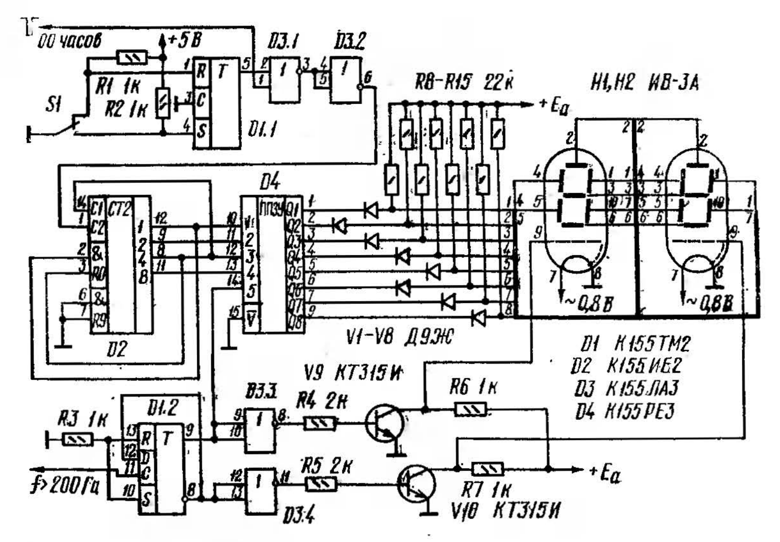


Рис. 2. Дешифратор для индикации дней недели

кросхеме *D3.1* поступает на вход счетчика *D2*. Счетчик выполнен на микросхеме К155ИЕ2, включенной как делитель на 7. Начальная установка счетчика производится посредством переключателя *D1*, снабженного схемой снятия дребезга на микросхеме *D1.1*. Состояния выходов микросхемы при таком включении приведены в табл. 2. По приходе седьмого импульса на выходах *8* и *12* появляются высокие уровни, поступая на входы *2* и *3*, они очищают счетчик. Выходы счетчика соединены с адресными входами микросхемы К155РЕ3, а, значит, каждому состоянию счетчика соответствует определенное слово на выходах *1...7*, *9* микросхемы *D4*. На адресный вход *14* подан меандр с частотой более 200 Гц со счетного триггера, выполненного на микросхеме *D1.2* (К155ТМ2). Предполагается, что импульсы с частотой более 200 Гц получены с предварительных счетчиков цифровых часов. В зависимости от состояния триггера *D1.2* из ППЗУ (*D4*) выбираются разные слова (состояние остальных адресных разрядов в течение суток неизменно), выбирающие и соответственно разные сегменты ламп *H1* и *H2*. На схеме рис. 2 и далее не указана величина $E_а$ — напряжения источника питания ламп. Оно может составлять от 20 до 70 В и его регулировкой доби-

ваются необходимой яркости свечения сегментов. Начертание букв и их сочетания, обозначающие дни недели на семисегментном индикаторе, приведены на рис. 3, *а*.

При использовании девятисегментной индикаторной лампы ИВ-3 можно изобразить букву «В» в улучшенном начертании (см. рис. 3, *б*), остальные буквы отображаются аналогично ИВ-3А. Состояние выходов микросхемы К155РЕ3 и подключенных к ним входов ламп ИВ-3, ИВ-3А приведены в табл. 3. Столбец с «В» в улучшенном начертании относится только к ИВ-3. Карта программирования микросхемы К155РЕ3 при использовании ИВ-3А и подключении в соответствии с табл. 3 приведена в табл. 4. При использовании ИВ-3 в разряды, обозначенные в таблице *, следует записать нули.

Емкость ППЗУ К155РЕ3 составляет 256 бит. Как видно из табл. 4, при применении по схеме рис. 2 используется только 112 бит. Таким образом можно на той же микросхеме реализовать трехбуквенное обозначение дней недели (см. рис. 3, *в*). В отличие от схемы рис. 2 требуется лишь иначе выполнить счетчик на 7 и устаиовить распределитель импульсов сканирования на 3 состояния. Для упрощения установлеи распределитель на 4 состояния; во время одного из них закрыты все лампы. Схема приведена на рис. 4. Часть схемы, повторяющая рис. 2, не изображена. Если рассмотреть все предыдущие случаи применения, можно увидеть, что возможности микросхемы используются далеко не полностью. Так, объем памяти микросхемы позволяет подсвечивать 32 символа на семисегментном индикаторе в любой комбинации, т. е. либо четыре слова по 8 символов, либо 8 слов по четыре символа и т. д. Некоторые сложности в адресации возникают, если количество слов и символов не является степенью 2. Управляя по адресным входам микросхемой К155РЕ3, можно осуществить подсветку на сегментных индикаторах диапазона радиоприемника, состояния или скорости магнитофона и т. д. Изменения будут касаться устройства распределения сканирующих импульсов, задатчика адреса и номиналов резисторов при изменении напряжения источника питания.

При необходимости подсветки символов на 16 сегментных индикаторах, когда нельзя воспользоваться специальным объединением сегментов (см. В. Сафонов «Устройство индикации дней недели», ВРЛ № 67, с. 18) требуется реализовать параллельную работу двух микро-

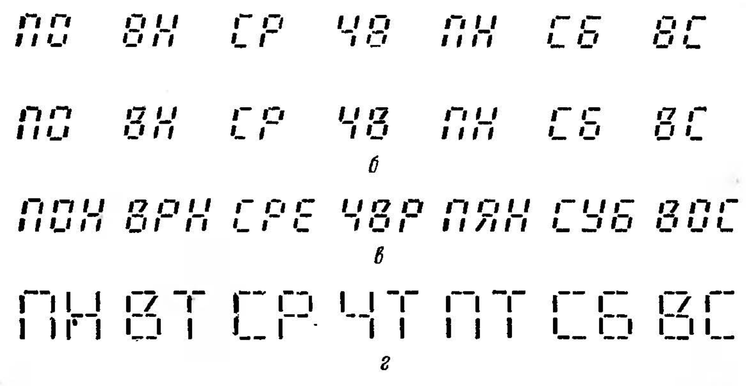


Рис 3. Начертание букв при использовании различных индикаторов

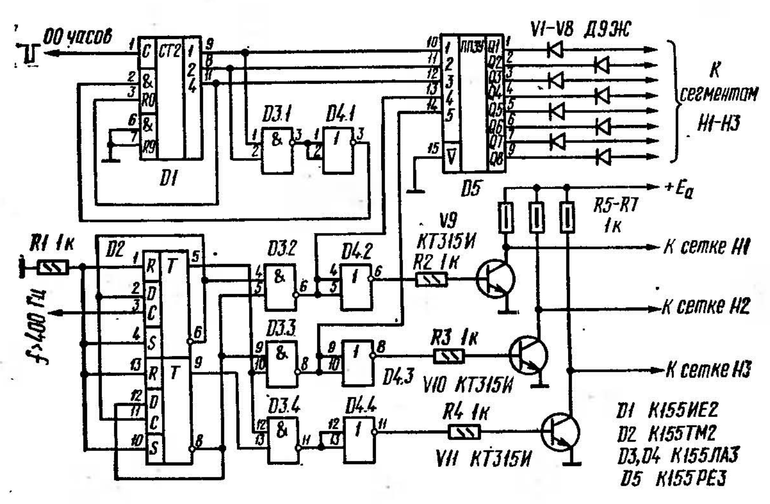


Рис. 4. Схема распределителя

схем К155РЕ3. Объем памяти позволяет на двух микросхемах осуществить индикацию 32 16-сегментных символов. Схема для индикации восьми четырехразрядных слов приведена на рис. 5. На микросхемах *D1*, *D2* реализован шифратор, который преобразует входной нулевой сигнал, определяющий состояние устройства, в восьмеричный код. Восьмеричный код подается на оба ППЗУ и определяет группу из четырех 16-разрядных слов с выходов *D4*, *D5*. Эти четыре слова задают, какие сегменты,

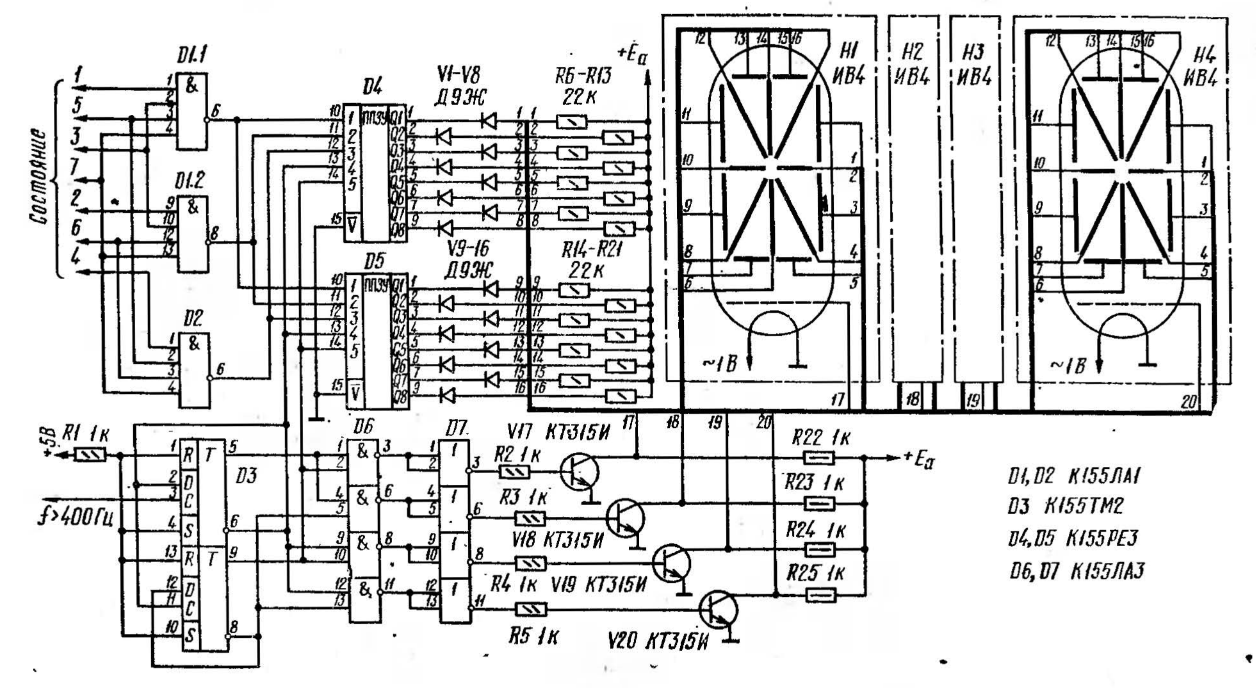


Рис. 5. Схема для индикации 8 четырехразрядных слов

Таблица 1

Индицируемая цифра	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		
К155РЕ3. Состояние входов *13—10*	0000		0001		0010		0011		0100		0101		0110		0111		1000		1001		
Состояние входа *14*	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
Номера выходов	Состояния выходов микросхемы К155РЕ3																				Ножки лампы ИВ-3А
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	3
4	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	4
5	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	5
6	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	6
7	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
9	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	11

Таблица 2

Вывод микросхемы К155ИЕ2	12	11	8	9
Вес разряда	5	4	2	1
Номер импульса на входе	Состояния выходов			
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	1	0	0	0
6	1	0	0	1
7	1	0	1	0

а, значит, символы подсвечиваются на *Н1...Н4.* Это могут быть, например, «Стоп», «Лево», «Право», «19,05», «9,53», «4,76», если индицируется режим магнитофона. Символ «С» будет задан словом 00001010101010, «Т» — словом 00000100000110 и т. д. Динамический режим организован аналогично схеме на рис. 4.

Вместо микросхемы К155РЕ3 может быть применен ее функциональный аналог — микросхема К556РЕ4. Различаются они организацией и емкостью. В К556РЕ4 одновременно выбираются 4 разряда и хранится 1024 бита, соответственно адресных входов 8.

Таблица 3

Индицируемый символ	П	О	В	в	Н	С	Р	Ч	Б		
Выходы	Состояния выходов микросхемы К155РЕ3									Ножки лампы ИВ-3А	Ножки лампы ИВ-3
1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	9
2	1	1	1	1	0	1	1	0	1	2	10
3	0	0	1	1	1	0	1	1	1	3	12
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	13
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	5	2
6	0	1	1	1	0	1	0	0	1	6	3
7	1	1	1	1	1	0	0	1	1	10	5
9	0	0	0	1	0	0	0	0	0		11

Таблица 4

Индицируемый символ	П	О	В	Н	С	Р	Ч	В	П	Н	С	Б	В	С
Состояния входов *13—10*	0000		0001		0010		0011		0100		1000		1001	
Состояние входа *14*	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Номера выходов	Состояния выходов микросхемы													
1	1	1	1*	1	0	1	1	1*	1	1	0	0	1*	0
2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
3	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
6	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
7	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0
9	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0

ПРОСТЫЕ ШАХМАТНЫЕ ЧАСЫ

А. Раскин

Вниманию радиолюбителей предлагается схема электронных шахматных часов, выполняющих все функции механических шахматных часов, применяемых в настоящее время в официальных шахматных турнирах.

Так как в механических часах время определяется с точностью до долей минуты, то и в описываемых часах автор не ставил задачу индикации секунд. Предусматривается только индикация минут и десятков секунд. По мнению автора, нежелательна схема электронных шахматных часов с обратным отсчетом времени (с индикацией времени, оставшегося у каждого партнера). Прямой отсчет времени удобен еще и потому, что позволяет в тренировочных целях устанавливать одному из партнеров преимущество по времени (игра с гандикапом), не применяя при этом никаких дополнительных устройств, а просто обусловливая заранее, что, например, черные играют до 5 мин, а белые до 4.

Известны попытки создания электронных часов с устройством, подающим световой или звуковой сигнал окончания игрового времени, что представляется автору недопустимым, так как, в соответствии с шахматным кодексом, партнеры должны сами следить за флажком шахматных часов. После падения обоих флажков, т. е. по истечении игрового времени у обоих партнеров, в партии засчитывается ничья независимо от того, у кого из играющих флажок упал раньше.

Пуск шахматных часов осуществляется нажатием кнопки, включающей счетчик игрового времени, начиная от нуля. Окончание игрового времени фиксируется по появлению на счетчике заранее обусловленных цифр (например, 05.0).

К достоинствам электронных шахматных часов можно отнести то их свойство, что нельзя помешать противнику переключить часы.

В шахматных электронных часах нецелесообразно применять высокостабильные кварцевые генераторы, обеспечивающие высокую точность хода, но требующие большого числа микросхем — делителей частоты. В предлагаемой схеме генератор импульсов общий на обе половины часов. Незначительные отклонения от

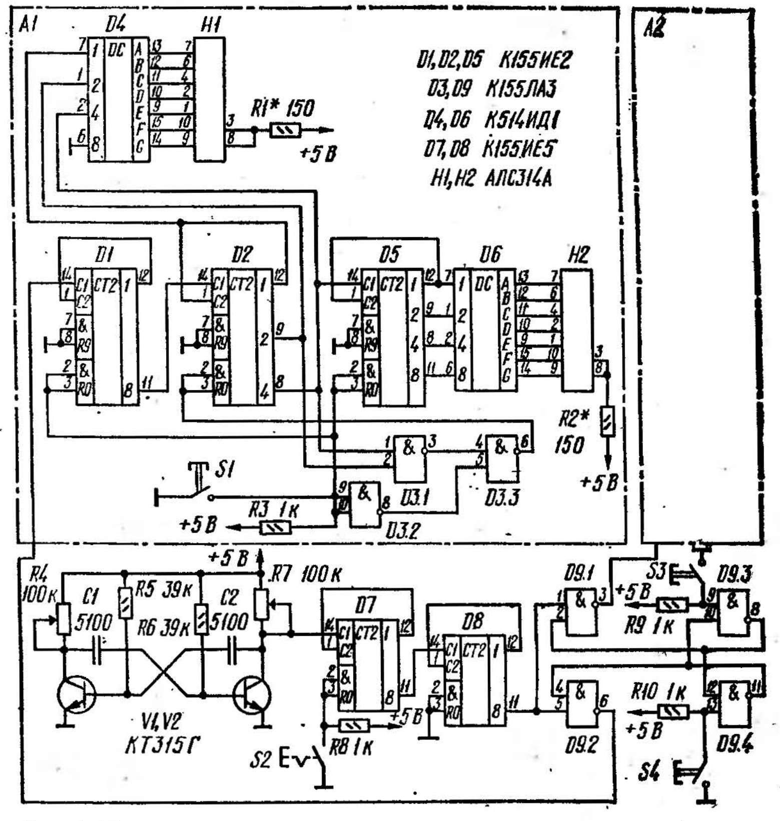


Рис. 1. Принципиальная схема часов

абсолютного времени не принципиальны, так как одинаковы для обоих партнеров.

Схема электронных шахматных часов, представленная на рис. 1, состоит из трех частей: двух одинаковых устройств *A1* и *A2*, выполняющих функцию часов и осуществляющих индикацию времени, и общего устройства, включающего генератор и приспособления для переключения часов.

Генератор представляет собой симметричный мультивибратор, выполненный на транзисторах *V1* и *V2*. Он обеспечивает генерацию импульсов сравнительно низкой частоты (около 250...260 Гц), что позволяет ограничиться всего двумя делителями частоты на 16 (*D7* и *D8*).

При этом частота импульсов на выходе второго делителя равна 1 Гц.

С помощью резисторов *R4* и *R7* предусмотрена подстройка частоты генератора таким образом, чтобы промежутку времени в 10 с точно соответствовала смена цифр.

Последовательность импульсов с частотой 1 Гц поступает на входы схем совпадения (*D9.1* и *D9.2*), на вторые входы этих схем поступают два разнополярных сигнала с триггера, выполненного на двух оставшихся в схемах совпадения элементах 2И-НЕ (*D9.3* и *D9.4*).

Сигнал с одного плеча триггера является запрещающим для прохождения импульсов, сигнал с другого плеча — разрешающим.

Кратковременное нажатие кнопок *S3* или *S4* вызывает переключение триггера, разрешающий сигнал логической 1 появляется то на одном, то на другом плече триггера, что определяет прохождение последовательности импульсов или в устройство *A1*, или в *A2*.

В устройство *A1* сигнал с элемента *D9.2* поступает на вход счетчика *D1*, затем на вход счетчика *D2*, имеющего индикацию от 0 до 5; с выхода 8 счетчика *D2* сигнал поступает на десятичный счетчик импульсов *D5*, с выходов счетчиков *D2* и *D5* — на дешифраторы *D4*, *D6*. С дешифраторов сигнал подается на семисегментные светодиодные матрицы *H1* и *H2*. Индикаторы *H1* обоих устройств показывают десятки секунд, а индикаторы *H2* — минуты.

Для возвращения всех счетчиков *D2* и *D5* обоих устройств в нулевое состояние предназначена кнопка *S1*.

Перед началом игры партнеры договариваются о продолжительности партии (при игре в блитц, обычно, по пять минут), нажимают кнопку *S1*, после чего партнер, играющий белыми, допустим *A1*, делает ход и нажимает кнопку *S3*, пуская часы партнера (*A2*). После ответного хода партнер, играющий черными, нажимает кнопку *S4*, пуская устройство *A1* и останавливая свои часы.

Для временной остановки обоих часов в случае спорных ситуаций или для временного прекращения игры следует нажать кнопку *S2*. Для возобновления игры кнопку *S2* возвращают в исходное состояние, при этом включают те часы, которые шли перед остановкой.

В качестве индикаторов используются светодиодные матрицы типа АЛС314 или АЛС324. При этом необхо-

димо учесть, что для АЛС314А и АЛС324А требуются дешифраторы К514ИД1, а для АЛС314Б и АЛС324Б дешифраторы К514ИД2.

После очевидных доработок можно применить индикаторы ИВ-3, ИВ-4 и др. Также возможно применение газоразрядных индикаторов ИН-2, ИН-4 и т. д.

Кнопки *S1*, *S3*, *S4* типа П2К с самовозвратом, а кнопка *S2* — с возвратом повторным нажатием.

Ток, потребляемый часами от источника постоянного тока 5 В, составляет 500 мА.

ГЕНЕРАТОР НЧ

В. Сармин, Ю. Сухов

В связи с повышением требований к качеству звуковоспроизводящей аппаратуры измерительные генераторы для ее проверки должны отличаться незначительным уровнем гармоник и высокой стабильностью амплитуды генерируемых колебаний и, кроме того, должны быть достаточно простыми, недорогими и доступными для повторения даже начинающими радиолюбителями.

Имеется значительное число публикаций, посвященных вопросам построения генераторов НЧ. Известно, что характеристики радиоэлектронной аппаратуры в значительной степени определяются наличием цепей обратных связей и их глубиной. Именно поэтому в высококачественном генераторе необходимо применить для формирования сигнала цепь ООС. Если это мост Вина, то максимальный коэффициент передачи реактивной части моста наблюдается на резонансной частоте $\omega_0 = \frac{1}{RC}$ и равен $1/3$. В отличие от моста Вина, двойной Т-мост (рис. 1) на квазирезонансной частоте ω_0 имеет «непрозрачную» передаточную характеристику, т. е. его коэффициент передачи приближается к нулю. Причем чем больше расстройка частоты от резонансной, тем больше коэффициент передачи моста приближается к единице. Именно поэтому двойной Т-мост, являясь селективной цепью ООС, эффективно подавляет все колебания, не являющиеся резонансными, обеспечивая тем самым высокое качество генерируемого сигнала.

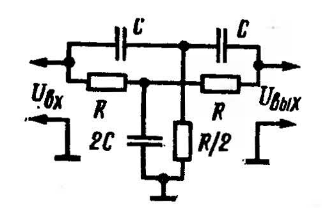


Рис. 1. Двойной *T*-мост

Измерительный генератор, схема которого приведена на рис. 2, выполнен с использованием в цепи ООС упрощенного двойного Т-моста.

Частотный диапазон генератора 10...10^5 Гц разбит на четыре поддиапазона:

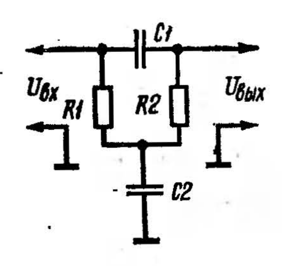
Рис. 2. Принципиальная схема генератора и вольтметра

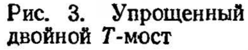
10...100 Гц, 100...1000 Гц, 1000...10 000 Гц, 10 000... 100 000 Гц; коэффициент нелинейных искажений в диапазоне частот 20...20×10³ Гц не более 0,01 % при амплитуде выходного сигнала не менее 5 В на нагрузке 600 Ом.

Нестабильность амплитуды выходного сигнала на первых трех поддиапазонах 0,1 дБ, а на четвертом — 0,3 дБ. Потребляемый генератором ток не превышает 30 мА.

Измерение коэффициента нелинейных искажений производилось прибором С6-1А в диапазоне частот 20...20×10³ Гц, на более высоких частотах — прибором С6-5. Собственный уровень шумов прибора С6-1А соответствует уровню нелинейных искажений 0,005 % при измерении коэффициента нелинейных искажений менее 0,01 %.

Генератор представляет собой усилитель, охваченный как положительной, так и отрицательной обратными связями. Основой описываемого генератора является широко распространенный операционный усилитель (ОУ) К140УД1Б. На выходе ОУ для увеличения нагрузочной способности используются транзисторы *V1* и *V2*, работающие в режиме эмиттерных повторителей. Применение выходного каскада такого типа обычно приводит к неустойчивой работе при малых уровнях сигнала на выходе ОУ. Это связано с тем, что при значении выходного сигнала меньше напряжения отпирания переходов эмиттер-база выходных транзисторов *V1* и *V2* напряжение на выходе генератора не зависит от напряжения на выходе ОУ, несмотря на наличие ООС, так как цепь ООС оказывается разорванной, т. е. выходное напряжение не зависит от напряжения на базах *V1* и *V2*. Неопределенность напряжения на входе ОУ приводит к паразитной генерации. Для устранения этой генерации необходимо либо значительно понизить верхнюю граничную частоту усилителя, либо подать сигнал со входа эмиттерных повторителей на их выход. Понижение верхней граничной частоты ухудшает практически все параметры усилителя, а значит, и самого генератора. В первую очередь ухудшается коэффициент гармоник на верхних частотах. Лучше второй путь — подать через резистор *R8* напряжение с выхода ОУ в нагрузку. В этом случае при малых напряжениях на выходе ОУ, когда выходные транзисторы заперты, часть выходного




Рис. 3. Упрощенный двойной *Т*-мост

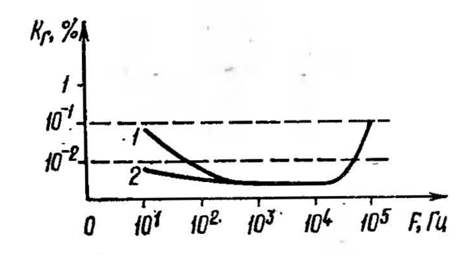


Рис. 4. Зависимость коэффициента гармоник от частоты

напряжения с выхода ОУ подается в нагрузку через резистор *R8*, и цепь ООС не оказывается разорванной. При больших напряжениях на выходе ОУ транзисторы *V1* и *V2* отпираются, и резистор *R8* шунтируется ими.

Необходимая для работы генератора положительная обратная связь осуществляется резистором *R3*, образующим совместно с термистором *R2* делитель выходного напряжения, которое подается на неинвертирующий вход ОУ. Синусоидальный сигнал формируется упрощенным двойным Т-мостом, образованным конденсаторами *C1...C4*, *C6...C9* и резисторами *R4*, *R5*, *R7*, *R9* и включенным в цепь ООС как по переменному, так и по постоянному току. Упрощенный двойной Т-мост (рис. 3, 4) отличается от двойного Т-моста меньшим количеством элементов при практически тех же характеристиках. Меньшее количество элементов моста упрощает перестройку частоты и коммутацию при переходе с одного поддиапазона на другой. Кратное изменение емкостей конденсаторов *C1...C4* и *C6...C9* приводит лишь к изменению частоты генерируемых колебаний и практически не влияет на другие параметры генератора. Для плавной перестройки частоты генератора используется сдвоенный переменный резистор *R5*, *R7*. Применение такого резистора, а не блока сдвоенных конденсаторов, вызвано тем, что наибольшая емкость переменных конденсаторов составляет 500...1000 пФ и, следовательно, на низких частотах сопротивление резисторов моста достигает единиц и даже десятков МОм, что приводит к необходимости применения ОУ с большим входным сопротивлением. Такие ОУ как, например, К140УД8 не позволяют получить высокие параметры генератора из-за своей низкой граничной частоты, их применение целесообразно лишь

на частотах, близких к частоте среза и менее (для К140УД8 частота среза около 30 Гц). Поэтому при замене ОУ К140УД1Б на К140УД8 коэффициент нелинейных искажений генератора на частоте 1 кГц увеличивается до 0,05 %, а на частоте 10 кГц уже до 0,5 %.

Простая, но достаточно эффективная стабилизация амплитуды генерируемых колебаний осуществляется термистором *R2*, который в данном генераторе включен в плечо положительной обратной связи полностью и поэтому хорошо стабилизирует амплитуду колебаний. Еще лучше стабилизация с использованием оптронов, но пока они не получили широкого распространения.

При работе генератора выходное напряжение измеряется широкополосным вольтметром с линейной шкалой. Он, как и генератор, выполнен на основе ОУ К140УД1Б, в цепи ООС которого в диагонали диодного моста включена измерительная головка. Отличительной особенностью такого вольтметра является его постоянное входное сопротивление. Так как диодный мост *V3...V6* включен в цепь ООС, то нелинейность вольтамперной характеристики диодов практически полностью устраняется ООС. Верхняя граничная частота измерений вольтметра не менее 100 кГц и ограничена быстродействием примененного ОУ. Нижняя граничная частота измерений определяется емкостью переходного конденсатора *C10*. При емкости 100 мкФ она составляет примерно 20 Гц. Если необходимо понизить нижнюю граничную частоту измерений, емкость конденсатора *C10* следует увеличить. Резистором *R11* при необходимости корректируется усиление вольтметра, причем сопротивление его примерно равно сопротивлению примененной измерительной головки. В таком случае коэффициент усиления вольтметра равен единице.

В данном генераторе для плавной перестройки частоты используются сдвоенные переменные резисторы СП3-12 с номинальным сопротивлением 10 кОм. Для других номиналов резисторов *R5*, *R7* емкости конденсаторов *C1...C4* и *C6...C9* следует изменить, чтобы поддиапазоны частот генератора не изменились. При этом произведение номинального сопротивления примененного резистора *R5*, *R7* на номинальную емкость соответствующего конденсатора из *C1...C4* или *C6...C9* должно быть таким же для каждого поддиапазона, как и на приведенной схеме генератора. Приведенное значение сопротив-

лений $R5$ и $R7$ является оптимальным для данного генератора. Это связано с тем, что резисторы двойного Т-моста образуют передающую цепь для частот ниже квазирезонансной на входе ОУ. Входное сопротивление ОУ К140УД1Б примерно 10 кОм, поэтому чем больше сопротивление резисторов моста, тем меньше его коэффициент передачи по низким частотам на вход ОУ, тем меньше подавляются гармоники. Но и уменьшение сопротивлений $R5$ и $R7$ тоже нецелесообразно, так как мост подключен к выходу генератора и шунтирует его. Поэтому следует применять переменные резисторы моста с номинальным сопротивлением, не превышающим входное сопротивление примененного ОУ. Если коэффициент перекрытия поддиапазона по частоте $K_д$ необходимо изменить, то следует изменить и сопротивление резисторов $R4$, $R9$. Причем при их увеличении перекрытие диапазона по частоте уменьшается, а при уменьшении — увеличивается. В качестве конденсаторов $C1...C4$ и $C6...C9$ моста следует применять бумажные или пленочные конденсаторы. На частотах выше 1 кГц можно применять и керамические конденсаторы. На более низких частотах применение керамических конденсаторов большей емкости, имеющих большие диэлектрические потери, может привести к релаксационным колебаниям амплитуды генерируемого сигнала. Еще лучше слюдяные конденсаторы, так как у них малый температурный коэффициент емкости. Если необходимо увеличить амплитуду генерируемых колебаний, не изменяя частот, то емкости конденсаторов $C6...C9$ следует увеличить, а емкости $C1...C4$ соответственно уменьшить. Если соотношение емкостей $C1...C4$ и $C6...C9$ будет постоянным для всех поддиапазонов, то и амплитуда колебаний также будет постоянной. Если необходимо изменить частоты поддиапазонов при неизменном уровне выходного сигнала генератора, то следует увеличить емкости конденсаторов моста $C1...C4$ и $C6...C9$ или уменьшить их в одно и то же число раз. Причем при увеличении емкостей частоты поддиапазонов уменьшаются, а при уменьшении — увеличиваются. Применение термистора ТП-2/05 не является обязательным, если его нет, можно использовать вакуумную лампочку накаливания. В этом случае вместо резистора $R3$ включается лампочка, а вместо термистора $R2$ — резистор с сопротивлением, равным 20...30 % от номинального сопротивления лампочки, которое опре-

деляется отношением номинального напряжения накала к току накала. Так, для лампочки типа КМ60-30 номинальное сопротивление будет 2 кОм, а сопротивление резистора *R2* — около 500 Ом. Чем меньше сопротивление этого резистора и чем больше номинальное сопротивление лампочки, тем лучше стабилизация амплитуды генерируемых колебаний. Точное сопротивление резистора определяется экспериментально по наличию устойчивой генерации под нагрузкой на всех поддиапазонах. При замене термистора лампочкой может измениться нестабильность и амплитуда генерируемых колебаний. На частотах ниже 100...300 Гц коэффициент нелинейных искажений увеличивается из-за малой тепловой инерции термистора (лампочки). Для уменьшения этих искажений следует увеличить тепловую постоянную времени термистора. Поэтому, когда необходим малый уровень гармоник на низких частотах, переключателем *S1* параллельно термистору *R2* подключается шунт *R1* (см. рис. 2). Причем, чем меньше сопротивление шунта, тем меньше нелинейные искажения, но увеличивается нестабильность амплитуды колебаний. Сопротивление шунта следует подобрать экспериментально, уменьшая его до тех пор, пока существует устойчивая генерация на всех поддиапазонах под нагрузкой. Оптимальное сопротивление шунта составляет примерно 150 % номинального сопротивления термистора. На рис. 4 приведены графики коэффициента нелинейных искажений генератора со стабилизацией амплитуды термистором ТП-2/05 без шунта — кривая *1*, с шунтом 6 кОм — кривая *2*. При работе генератора на нагрузку со значительной емкостью при положении *S3* — «0 дБ» возможно появление паразитной высокочастотной генерации. Для ее устранения необходимо параллельно резистору *R8* подключить конденсатор емкостью 100...1000 пФ. У отдельных ОУ К140УД1В может возникать самовозбуждение на высоких частотах, которое устраняется увеличением емкости конденсатора *C5*, но при этом могут увеличиться искажения.

Для измерения выходного напряжения применен вольтметр М2001 с пределом измерения 3 В. Можно использовать вольтметры и другого типа, но их сопротивление должно быть не менее 300 Ом. Если сопротивление примененного вольтметра более 3 кОм, то транзисторы *V7* и *V8* можно исключить.

В генераторе применены резисторы ОМЛТ-0,125 Вт

с допуском 10 %. Конденсаторы МБМ, КМ, К50-6. В качестве резисторов *R5*, *R7* используется сдвоенный резистор СПЗ-12 группы Б. Резисторы могут иметь значительный разброс сопротивлений, поэтому желательно подобрать сдвоенный переменный резистор с разбросом сопротивлений не более 10 %. В выходном аттенюаторе резисторы подобраны с точностью не хуже 1 %. Для удобства подбора каждый из этих резисторов составлен из двух последовательно или параллельно соединенных с общим сопротивлением, как указано на схеме. Примененные переключатели ПМ можно заменить переключателями П2К.

Корпус генератора состоит из двух П-образных крышек и двух стенок — передней и задней. Верхняя и нижняя П-образные крышки согнуты из алюминия толщиной 2...3 мм и крепятся к стенкам винтами М2,5 с потайной головкой. Габариты крышек 200×200 мм с высотой нижней крышки 200 мм, а верхней — 45 мм. Обе стенки имеют размер 200×60 мм и изготовлены из дюралюминия Д16Т толщиной 5 мм. Углы стенок закруглены под радиус изгиба крышек. Компоновка генераторов и их оформлеиие неоднократно описывались в журнале «Радио» (например, А. Майоров. *RC* генератор.— 1980, № 8).

К источнику питания не предъявляется специальных требований. Он должен обеспечивать выходное напряжение ±12,6 В при амплитуде пульсаций не более 1 мВ и токе не менее 30 мА.

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

ИНДИКАЦИЯ ПРОГРАММ В ТЕЛЕВИЗОРЕ

А. Ануфриев

Введение в телевизор простого устройства, позволяющего индицировать положение переключателя телевизионных каналов, соответствующее определенной принимаемой программе, делает его более удобным в эксплуатации, позволяет быстро переключать на интересующую программу, не путаясь в номерах каналов.

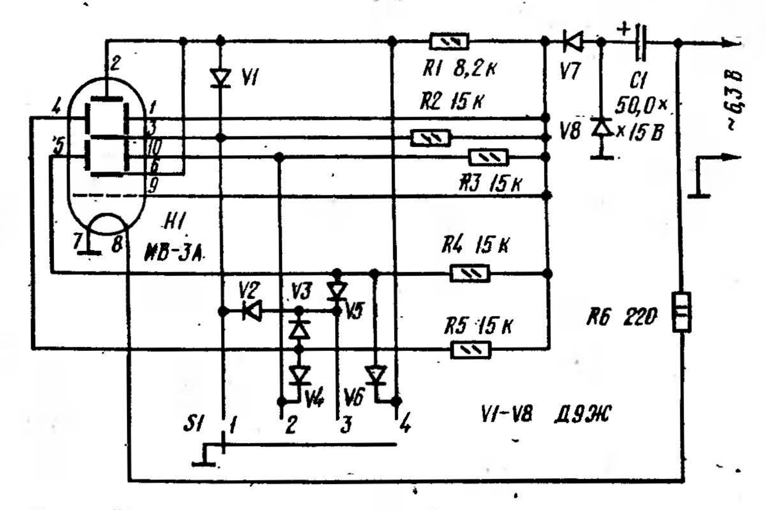


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

Предлагаемое устройство выполнено на люминесцентном индикаторе, имеющем приятное зеленое свечение цифр, не мешающее просмотру передач. Принципиальная схема его показана на рис. 1.

Питается индикатор от накальной обмотки силового трансформатора телевизора. Выпрямитель, собранный на диодах *V7*, *V8* и конденсаторе *C1* по схеме удвоения напряжения, служит для питания сетки лампы *H1* и ее анодов-сегментов, из которых формируются цифры. Формирование цифр осуществляется гашением неиспользуемых сегментов за счет шунтирования их диодами. Подключение диодов производится посредством переключателя *S1*, механически связанного с осью барабана переключателя телевизионных каналов (рис. 2).

Все элементы индикатора программ, кроме лампы *H1* и переключателя *S1*, размещены на печатной плате (рис. 3). Ее закрепляют в любом доступном месте вблизи ПТК. Переключатель *S1* галетного типа. В качестве него использована одна галета от стандартного переключателя на одиннадцать положений. Переключатель закрепляют с помощью двух винтов М2,5 на задней стенке корпуса ПТК так, чтобы выступающий конец оси барабана входил в отверстие в подвижной части переключателя.

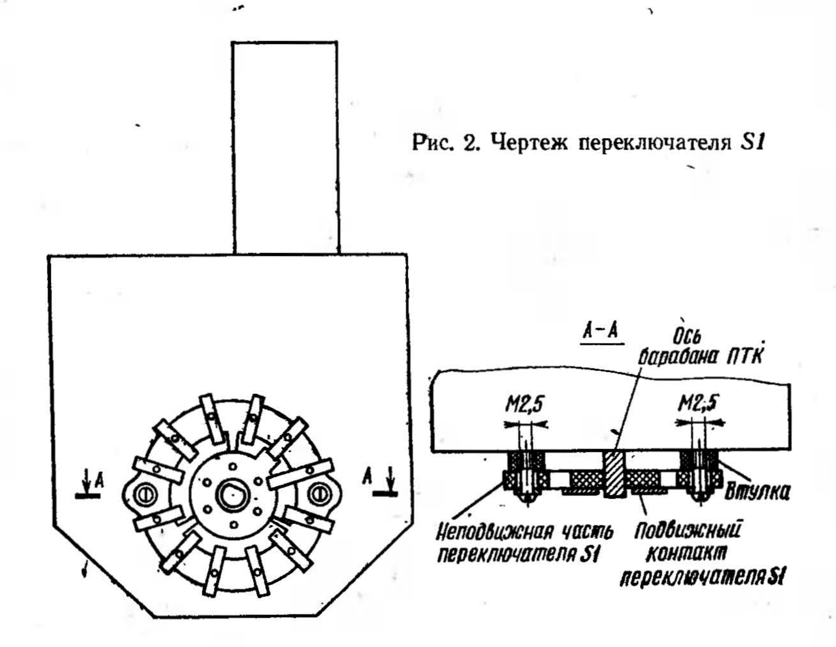
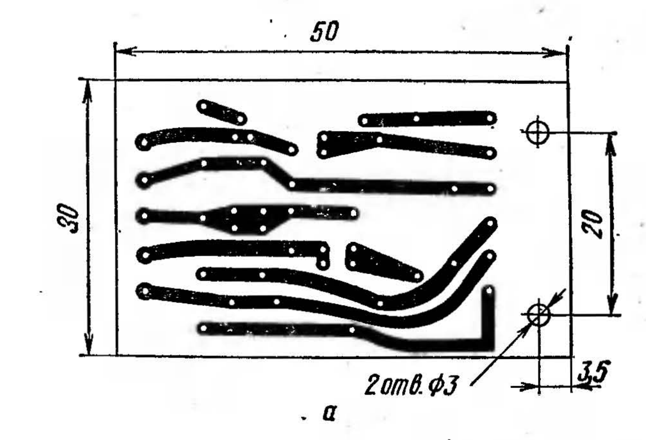


Рис. 2. Чертеж переключателя *S1*

ПТК для разметки отверстий под винты необходимо извлечь из телевизора. Затем, если отверстие в подвижной части переключателя выполнено под ось с двусторонней лыской, на оси барабана стачивают вторую лыску, как показано на рис. 4, *а*.

В галетных переключателях подвижный контактный лепесток специальными направляющими удерживается в плоскости контактирования с неподвижными лепестками, поэтому для его надежного контакта с последними следует лишь устранить его люфт относительно оси барабана ПТК. Это делают с помощью плоских пружин из стали, бронзы или латуни. Насадив галету на ось барабана, фиксируют положение подвижного контакта предварительно вставленными в его отверстие пружинами (см. рис. 4). Далее, поворачивая неподвижную часть переключателя *S1*, устанавливают подвижный контактный лепесток в положение контакта с ближайшим неподвижным лепестком и, удерживая в таком положении неподвижную часть, размечают отверстия под крепежные элементы.

Чтобы не повредить барабан при сверлении отверстий и нарезании резьбы, его вынимают из корпуса ПТК,



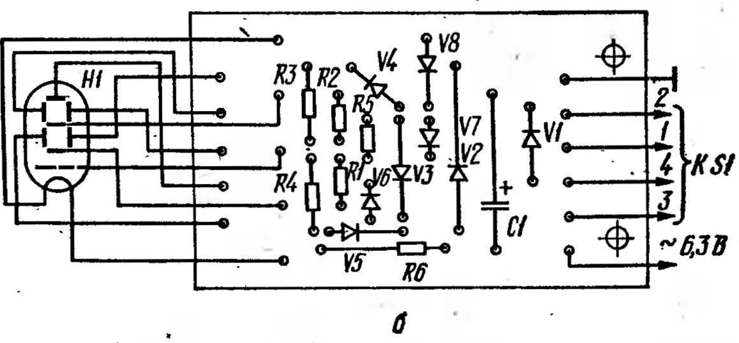


Рис. 3. Печатная плата

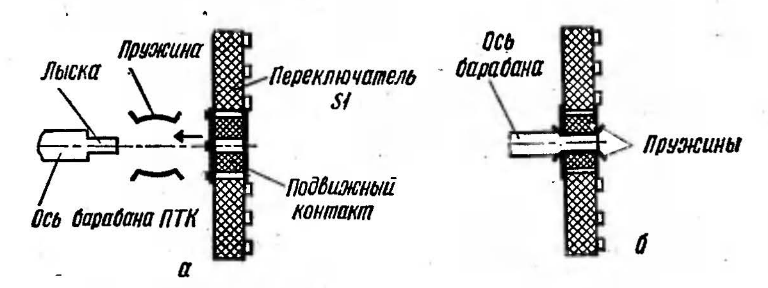


Рис. 4. Крепление подвижного контакта переключателя *S1* на оси барабана блока ПТК

предварительно сняв крышку и фиксирующие пружины. После сверления отверстий (диаметром 2 мм) и нарезания в них резьбы М2,5 корпус очищают от металлической стружки и собирают ПТК. Затем устанавливают галету, зафиксировав пружинами подвижный контакт на оси барабана. С помощью двух втулок длиной 5 мм (см. рис. 2, вид А) и двух винтов закрепляют неподвижную часть переключателя. Длину винтов выбирают такой, чтобы они не выступали внутрь корпуса более чем на 2 мм. Собранный таким образом ПТК устанавливают в телевизор и соединяют неподвижные контактные лепестки переключателя, к которым на той или иной программе подключается подвижный контакт с соответствующими выводами печатной платы.

Лампу *H1* устанавливают в любом свободном месте на лицевой панели телевизора. Против нее в лицевой панели сверлят отверстие диаметром 20 мм и вклеивают в него круг того же диаметра из органического стекла зеленого цвета.

В телевизорах, в которых предусмотрена установка селектора каналов дециметрового диапазона (УЛТ-61-II-4, УЛПТ-61-II-22, УЛПТ-61-II-28 и др.), но сам блок СК-Д не установлен, лампу *H1* можно расположить на месте ручки настройки блока СК-Д. Легко расположить лампу *H1* в телевизорах «Рекорд-339», «Садко-307» и других модели ЗУЛПТ-50-III-1. Эти телевизоры выпускаются без блоков СК-Д, но на их лицевой панели имеется заглушка, закрывающая отверстие для ручки настройки селектора каналов дециметровых волн. Удалив заглушку, цифровой индикатор располагают против отверстия и закрепляют с помощью скобы или проволочного хомутика.

Вместо лампы ИВ-3А можно применить индикаторы ИВ-6, ИВ-8, подобрав номинал гасящего резистора *R6* в цепи накала.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И ОРИЕНТИРОВАНИИ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ АНТЕННЫ

Ю. Поздняков

В настоящее время в системе телевизионного вещания осуществляется постепенное расширение диапазона рабочих частот, и многие телецентры начинают транс-

ляцию телевизионных программ в диапазоне дециметровых волн (ДМВ). То, что промышленность выпускает несколько типов комнатных антенн для приема передач в диапазоне ДМВ, не помешало разработке любительских конструкций. Это вызвано, в частности, тем, что промышленные антенны ДМВ диапазона, как правило, являются широкополосными, и их коэффициент усиления зачастую оказывается недостаточным для дальнего приема.

В периодической литературе в последнее время был описан целый ряд любительских конструкций антенн. Однако в настоящий момент можно с полной определенностью сказать, что наиболее массовой конструкцией является антенна типа «волновой канал». Она проста в изготовлении и не требует сложной настройки и согласования при достаточно точно выдержанных размерах элементов. Выбором количества директоров антенны можно в широких пределах варьировать ширину диаграммы направленности и коэффициеит усиления. Кроме того, эта аитенна отличается очень малой парусностью, что немаловажно при ее установке на высокой мачте для дальнего приема. Антенны типа «волновой канал» широко описаны в литературе.

При всей простоте такой антенны при ее изготовлении и настройке у радиолюбителей могут возникать трудности. В настоящей статье описаны некоторые технологические приемы, которые могут быть использованы при изготовлении и настройке антенн как метрового, так и дециметрового диапазона.

В качестве заготовки для несущей стрелы антенны типа «волновой канал» обычно используют отрезок тонкостенной трубы подходящего диаметра. Сразу же возникает вопрос: каким образом просверлить в трубе сквозные отверстия для крепления директоров, вибратора и рефлектора так, чтобы оси всех отверстий лежали в одной плоскости. Для этого можно воспользоваться следующим приемом. В основании стрелы просверливают вспомогательное сквозное отверстие, в которое плотно вставляется короткий отрезок прутка либо трубки. К прутку при помощи двух кольцевых резинок или нескольких витков изоляционной ленты крепится на двух подкладках уровень, как это показано на рис. 1. Подкладки необходимы для того, чтобы избежать перекоса уровня при его соприкосновении с несущей стрелой.

Минимальная толщина подкладок определяется как радиус несущей стрелы минус радиус вспомогательного прутка. На рис. 1 цифрами обозначены: *1* — вспомогательный пруток, *2* — уровень, *3* — крепежные кольца, *4* — подкладки, *5* — несущая стрела, *6* — отверстия для крепления директоров.

Затем пруток устанавливают горизонтально — точность установки гарантируется уровнем — и по предварительно выполненной разметке сверлят сквозные отверстия для крепления директоров, вибратора и рефлектора. Следует отметить, что предложенный метод эффективен лишь при использовании станка или ручной дрели с направляющей.

Крепление директоров иногда обеспечивают их тугой посадкой в отверстия несущей стрелы. Однако при колебаниях антенны, вызванных ветром, директоры разбалтываются и в случае их вертикального расположения сдвигаются либо вообще выпадают. Чтобы избежать этого, целесообразно закрепить элементы антенны с помощью эпоксидной смолы. После застывания она обеспечит надежное крепление всех элементов в отверстиях несущей стрелы.

Еще удобнее в качестве заготовки для несущей стрелы антенны типа «волновой канал» диапазона ДМВ использовать отрезок дюралюминиевого уголка. Его проще крепить на мачте, а крепление элементов антенны к стреле из уголка не вызывает трудностей благодаря наличию плоских поверхностей. Элементы антенны лучше всего крепить к уголку при помощи винтов с гайками.

Изготовление петли активного вибратора сопряжено с наибольшими трудностями. Гнуть вибратор лучше всего по специально выполненной оправке. При ее отсутствии можно воспользоваться любой жестко закрепленной трубой, внешний диаметр которой равен ширине петли вибратора. Весьма желательно к свободным концам вибратора прикрепить двумя винтами плату, выполненную из изоляционного материала, например из стеклотекстолита, толщиной 2...3 мм, к которой при помощи специальных скоб можно прикрепить конец кабеля снижения и петлю согласующего трансформатора, как это показано на рис. 2. Цифрами на рисунке обозначены: *1* — кабель снижения; *2* — скобы крепления кабеля снижения и согласующей петли; *3* — активный вибратор;

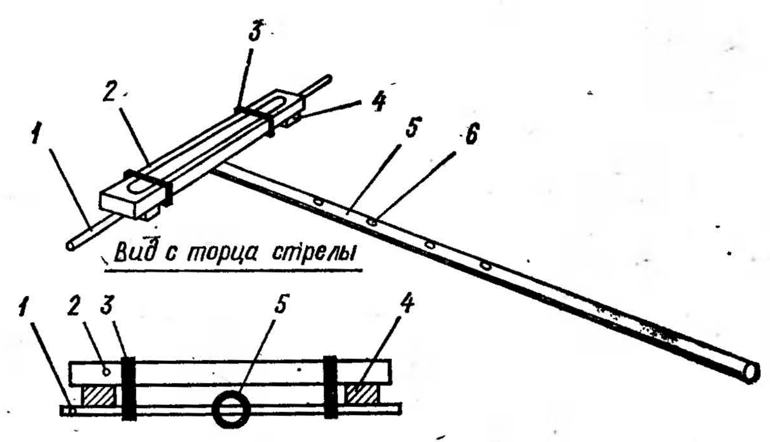


Рис. 1. Способ выполнения отверстий для крепления директоров

Рис. 2. Вибратор с согласующей петлей

4 — изоляционная плата; *5* — винт крепления платы; *6* — согласующая петля. В случае отсутствия платы неизбежные при установке и настройке антенны механические нагрузки прикладываются непосредственно к центральным жилам кабеля снижения и согласующей петли, что и вызывает их обламывание в точках соединения с вибратором. При использовании платы можно также избежать необходимости подпайки центральных жил кабеля и согласующей петли к вибратору — их можно поджать винтами крепления платы. Такой способ крепления будет не менее надежным, чем пайка. Кроме того, плата обеспечит расположение согласующей петли строго в плоскости активного вибратора антенны, что является необходимым условием ее эффективной работы.

Крепить вибратор к несущей стреле лучше всего при помощи винта с гайкой таким образом, чтобы вибратор не охватывал стрелу. В противном случае для снятия вибратора (при обрыве кабеля или согласующей петли) необходимо будет полностью снять либо рефлектор, либо все директоры. Лучше всего расположить вибратор так, чтобы согласующая петля находилась сверху (рис. 3). Если после установки антенны надеть на согласующую петлю полиэтиленовый пакет и прикрепить его к плате изоляционной лентой, можно надежно защитить этот важный узел от попадания влаги.

Обычно установка антенны требует участия двух человек. Ниже описан простой и эффективный способ установки антенны одним человеком, хорошо зарекомендовавший себя на практике. Для ориентирования полностью собранной антенны необходимо закрепить ее на мачте таким образом, чтобы антенна могла свободно вращаться вокруг вертикальной оси. При помощи лески с пружиной надо установить антенну так, чтобы при ненагруженной пружине стрела антенны отклонилась от направления на передающую станцию на 20...30°. С противоположной стороны также следует закрепить леску (см. рис. 3), конец которой с возможно меньшим числом перегибов надо опустить в помещение, где установлен телевизор. Ход лески должен быть свободным. Теперь, выбирая внизу леску «на себя», можно изменять угол поворота антенны примерно на 60° (в зависимости от жесткости пружины и точек крепления лески к стреле), одновременно наблюдая за экраном телевизора. При отпускании лески пружина выберет слабину и вернет

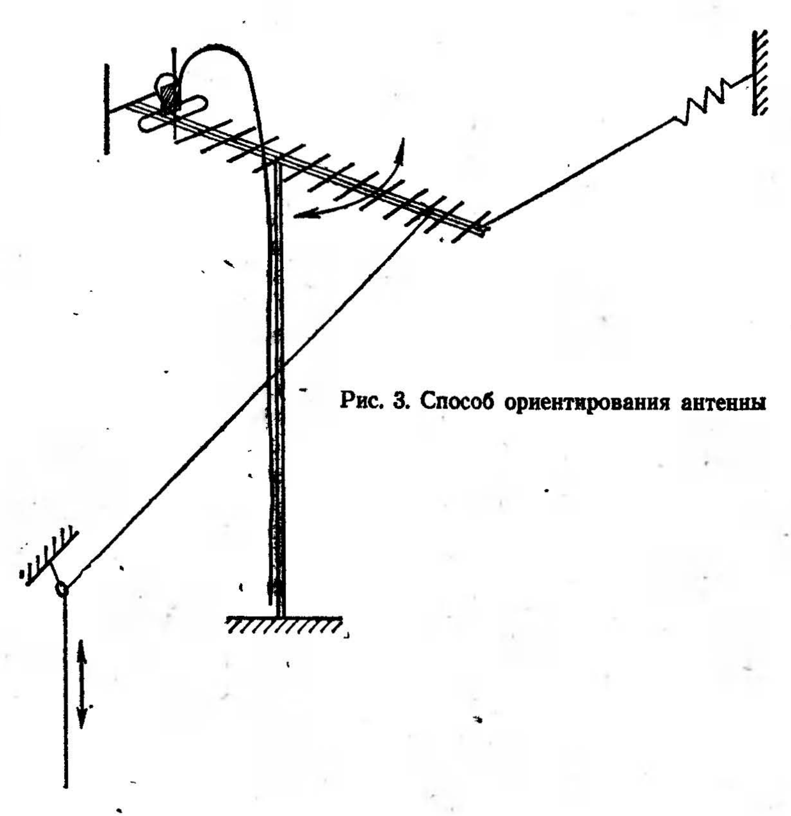


Рис. 3. Способ ориентирования антенны

антенну в первоначальное положение. Обычно достаточно трудно на глаз определить положение, соответствующее наилучшему приему, особенно для антенн с широкой диаграммой направленности. Чтобы наиболее точно сориентировать антенну в направлении на передающую станцию, можно поступить следующим образом. Свободный нижний конец лески с нанесенной на нем меткой надо закрепить так, чтобы он мог скользить вдоль какой-либо равномерной шкалы, например линейки. На шкале надо сделать отметки в двух крайних положениях лески, соответствующих предельным углам поворота антенны, при которых наблюдается срыв изображения. Точное направление на передающую станцию будет соответствовать среднему положению метки на леске между двумя отметками на шкале. Закрепив нижний конец лески в этом положении, останется только закрепить антенну

окончательно в том положении, в котором ее удерживала леска. При использовании пружины надо стремиться располагать ее возможно дальше от антенны, лучше всего в точке крепления к опоре (см. рис. 3). Вместо пружины можно воспользоваться также упругой резиновой лентой.

ЭЛЕКТРОНИКА В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И В БЫТУ

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

К. Казьмин

Предлагаемое автоматическое зарядное устройство предназначено для зарядки аккумуляторных батарей автомобилей.

Практика эксплуатации автомобильных аккумуляторных батарей показывает, что в городских условиях разрядка аккумулятора при пуске двигателя от стартера не восполняется полностью из-за малых расстояний пробега и, как результат этого, понижается плотность кислоты, а это неизбежно приводит к сульфатации пластин. При сульфатации увеличивается внутреннее сопротивление батареи, что приводит к недозарядке аккумулятора при нормальной работе генератора и, следовательно, к более глубокой сульфатации пластин и понижению емкости батареи. При снижении емкости батареи плохо заводится двигатель, особенно в зимнее время. Это вынуждает пользоваться стартерным режимом многократно и тогда восстановления емкости при малых пробегах ожидать не приходится. Процесс этот сначала идет медленно, но после второго года эксплуатации батареи начинает ускоряться. При обнаружении слабой зарядки владелец автомобиля увеличивает натяжеие пружины реле-регулятора для увеличения напряжения генератора, что приводит к перезарядке батареи, и осыпание пластин неизбежно.

При длительном бездействии аккумулятора в зимнее время, при ремонтных работах аккумулятор разряжается, а при несвоевремеиной зарядке протекают процессы, о которых говорилось выше.

Зарядка аккумуляторов от обычного выпрямителя зачастую ведется бесконтрольно и приводит к перезарядке аккумулятора и осыпанию положительных пластин.

В результате этих основных и других сопутствующих причин аккумуляторные батареи автомобилей отрабатывают гарантийный срок и выходят из строя, в то время как ресурс работы стационарных свинцовых аккумуляторов 16...18 лет.

Известны автоматические зарядные устройства для аккумуляторов, в которых устройство, включенное для зарядки батареи вручную, автоматически отключается от сети при достижении напряжения, соответствующего полностью заряженной батарее. Однако такие устройства имеют существенный недостаток — для последующей зарядки их необходимо включать вручиую.

Предлагаемый зарядный автомат отличается от известных тем, что после автоматического отключения полностью заряженной батареи он, при снижении напряжения на батарее до установленного уровня, автоматически подключается, и батарея снова будет доведена до полного заряженного состояния. Этот цикл будет повторяться до тех пор, пока автомат не будет отключен от сети вручную.

Устройство рассчитано для зарядки аккумуляторов любых автомобилей и мотоциклов с напряжением бортовой сети 12,6 В и номинальным током до 6 А, позволяет регулировать режим зарядки в широких пределах, что дает возможность заряжать аккумуляторные батареи различных типов.

Для зарядки аккумуляторов с номииальным зарядным током более 6 А никаких изменений в схему вносить не требуется, кроме замены силового трансформатора на более мощный, со вторичной обмоткой, рассчитанной на необходимый ток зарядки.

Принципиальная схема зарядного автомата приведена на рис. 1.

Устройство может работать в двух режимах: ручном и автоматическом. В среднем положении переключателя *S2* прибор отключается от сети.

Силовой выпрямитель выполнен по мостовой схеме на диодах *V1...V4*, переключателе *S3* (для регулирования зарядного тока) и конденсаторе *C1*. Узел *A1* — блок включения, выполнен на транзисторах *V6...V8*, стабилитроне *V5* и реле *K1*. Узел *A2* — блок выключения,

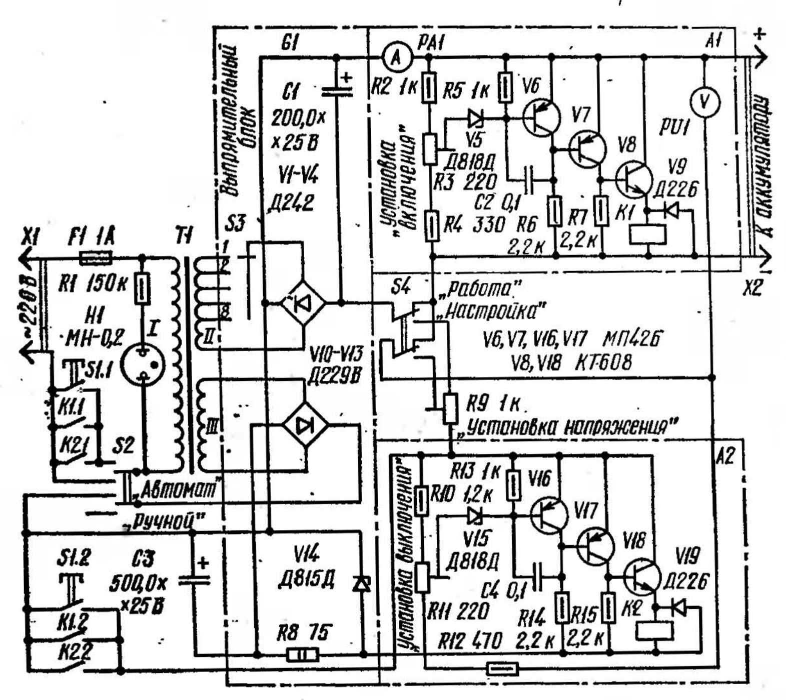


Рис. 1. Принципиальная схема зарядного автомата

выполнен на транзисторах *V16...V18*, стабилитроне *V15* и реле *К2*. Этот блок питается от стабилизированного выпрямителя, собранного на диодах *V10...V13* (по мостовой схеме), конденсаторе *С3* и стабилитроне *V14*, поддерживающем напряжение 12 В. Узлы включения и выключения собраны по одинаковым схемам, но имеют разные параметры входных цепей и настраиваются на разные пороги срабатывания. Эти блоки не критичны к параметрам деталей и потому в них можно применить резисторы с отклонением от номинала до 20 % и низкочастотные транзисторы, перечень которых приведён в табл. 1.

Блок включения *А1* работает следующим образом. Этот блок питается от аккумуляторной батареи и при напряжении выше выбранного предела, например 12,9 В, стабилитрон *V5* пропускает ток, транзистор *V6* открыт, а *V7* и *V8* закрыты. Реле *К1* обесточено, контакты *К1.1* и *К1.2* разомкнуты. При разрядке батареи напряжение

Таблица 1

Элементы принципиальной схемы	Применены в устройстве	Возможные замены
V6, V7, V16, V17	МП42Б	КТ203Б, В; МП20А, Б; МП21Д, Е; МП116
V8, V18	КТ608А	КТ603; КТ605; КТ615; КТ617 с любыми буквенными индексами
V1 ... V4	Д242	Д244, Д242А
V10 ... V13	Д229В	Д203, Д226, КД202 с любыми буквенными индексами
V5, V15	Д818Д	Д818 с любым индексом, Д814Б, последовательно два КС147А
C1, C3	К50-3Б	К50-3А, К50-12, К50-16, К50-18
K1, K2	РСМ1 паспорт Ю. 171.81.43	РСМ1-Ю.171.81.53, РЭС22-РФ4.500. 129 контакты включить параллельно. РВМ-2С

на ней постепенно снижается и при достижении 12,9 В стабилитрон *V5* закрывается. Транзистор *V6* тоже закрывается, а транзисторы *V7* и *V8* открываются и реле *K1* срабатывает. Своими контактами *K1.1* оно подключает трансформатор к сети, а контактами *K1.2* включает питание блока *A2*. При включении блока *A2* срабатывает реле *K2* и своими контактами *K2.1* и *K2.2* самоблокирует питание этого узла. Начинается зарядка батареи, и напряжение на ней возрастает. Это приводит к тому, что стабилитрон *V5* начинает пропускать ток и открывает транзистор *V6*, а *V7* и *V8* закрываются. Реле *K1* обесточится и разомкнет контакты *K1.1* и *K1.2*. Блок включения *A1*, выполнив свою задачу, переходит в сторожевой режим, а зарядное устройство остается включенным в сеть через контакты *K2.1* и *K2.2* реле *K2*.

Блок выключения *A2* работает следующим образом. Во время зарядки, когда напряжение на батарее ниже 14,5 В, стабилитрон *V15* не пропускает тока, транзистор *V16* закрыт, а транзисторы *V17* и *V18* открыты. Реле *K2* находится под током и своими контактами *K2.1* и *K2.2* обеспечивает питание узла *A2*. Напряжение на батарее постепенно возрастает, и при достижении 14,5 В стабилитрон *V15* начнет пропускать ток и откроет транзистор *V16*. В результате этого транзисторы *V17* и *V18* закроются, обесточится реле *K2* и контактами *K2.1* отключит автомат от сети, а контактами *K2.2* отключит

цепи узла *A2*, через которые может происходить разрядка батареи.

Так как блок включения *A1* питается от аккумулятора и находится в сторожевом режиме, то, когда напряжение на аккумуляторной батарее снова снизится до 12,9 В, сработает, как описано выше, реле *K1* и своими контактами снова включит автоматическое зарядное устройство для зарядки аккумуляторной батареи. Далее цикл повторится.

Использование автоматического зарядного устройства обеспечивает поддержание аккумуляторной батареи в рабочем состоянии на весь период ее эксплуатации и, что особенно важно, срок службы автомобильного аккумулятора увеличивается до 6...7 лет. Отпадает необходимость многие часы находиться в гараже для наблюдения за зарядкой аккумулятора. Следует только следить за своевременной доливкой дистиллированной воды.

Все транзисторы электронных блоков *A1* и *A2* работают в ключевых режимах.

Для настройки блока включения *A1* следует установить переключатель *S2* в положение «Автомат», переключатель *S4* в положение «Работа», подстроечный резистор *R3* в верхнее по схеме положение. К выходным клеммам *X2* подключить источник постоянного напряжения 12,9 В. Вилку шнура включить в сеть 220 В. После этого медленным вращением ручки подстроечного резистора *R3* добиться автоматического включения устройства. Затем переключатель *S2* установить в среднее положение и снова поставить в положение «Автомат», при этом устройство должно выключиться и снова автоматически включиться. Если этого не произойдет, то следует передвинуть движок резистора *R3* вниз по схеме. Эти операции следует проделать несколько раз, добиваясь четкого срабатывания блока включения *A1* при напряжении 12,9 В.

Настройка блока выключения *A2* ведется следующим образом. Установить переключатель *S2* в положение «Автомат», переключатель *S4* — в положение «Настройка», построечный резистор *R11* установить в нижнее по схеме положение. Кратковременным нажатием кнопки *S1* включить автомат в сеть. Подстроечным резистором *R9* установить по шкале прибора *PU1* напряжение, соответствующее полностью заряженной батарее, т. е. 14,5 В. Затем медленным вращением оси подстроеч-

Таблица 2

Тип сердечника	I обмотка		II обмотка		III обмотка	
	число витков	диаметр провода, мм	число витков	диаметр провода, мм	число витков	диаметр провода, мм
ШЛ25×40	900	0,41	32+7×3=53	1,6	66	0,35
УШ26×52	700	0,45	20+7×3=41	1,6	51	0,35
УШ30×30	1000	0,45	32+7×4=60	1,6	74	0,35

ного резистора *R11* добиться автоматического выключения устройства. После этого, не меняя положения движка резистора *R11*, установить резистор *R9* в нижнее по схеме положение. Кратковременным нажатием кнопки *S1* включить зарядное устройство в сеть и медленным вращением оси резистора *R9* добиться отключения автомата от сети. Момент отключения контролируется по прибору *PU1*. Если момент отключения будет при напряжении меньше 14,5 В, то следует передвиуть движок резистора *R11* вверх по схеме, а при большем — вниз. Эти операции надо проделать несколько раз, добиваясь четкого срабатывания блока выключения *A2* при напряжении 14,5 В. После этого автоматическое зарядное устройство готово выполнять свои функции.

В устройстве могут быть применены следующие элементы: резистор *R8*—МЛТ-2, остальные — МЛТ-0,5, переменные — СП-0,5 или СПО-0,5, конденсаторы *C2* и *C4* — МБМ-160, кнопка *S1* — КМ1-2 или П2К, тумблер *S2* — П2Т-1 со средним положением, переключатель *S3* — 11ПМК1Н или П2Г1, тумблер *S4* — МП1-2. Типы и номиналы деталей приведены на рис. 1 и в табл. 1. В табл. 1 указаны возможные замены. Намоточные данные силового трансформатора для различных типов магнитопроводов даны в табл. 2 (провод марки ПЭВ-2). Коэффициент передачи по току транзисторов должен быть не хуже 40, при этом с большим коэффициентом следует взять для *V6* и *V16*. При использовании стабилитроиов, приведенных в разделе замены, несколько ухудшается температурная стабильность настройки блоков. Если есть реле РСМ1 с другими параметрами обмотки, то, удалив старую обмотку, следует намотать проводом ПЭВ-2 диаметром 0,1 мм до заполнения каркаса.

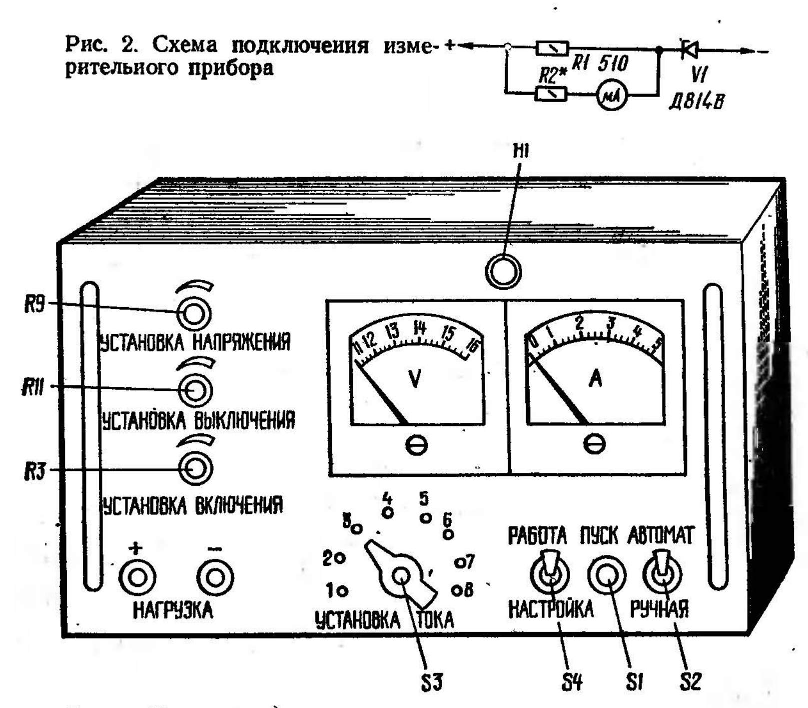


Рис. 2. Схема подключения измерительного прибора

Рис. 3. Передняя панель устройства

Лучшие результаты можно получить, если намотать обмотку реле типа РВМ-2-С проводом ПЭВ-2 диаметром 0,12 мм до заполнения каркаса, удалив старую обмотку. Амперметр любого типа на постоянный ток 5...6 А.

Вольтметр можно применить также любой на постоянное напряжение 20 В. Однако налаживание и эксплуатация устройства значительно облегчатся и улучшатся, если вольтметр сделать с растянутой шкалой. Для его изготовления пригоден микроамперметр любого типа со шкалой на 50 или 100 мкА. Для градуировки шкалы такого вольтметра надо подключить измерительный прибор по схеме, приведенной на рис. 2, к источнику постоянного тока с регулируемым напряжением в пределах 10...16 В. Установив напряжение 16 В, подбором резистора *R2* добиться отклонения стрелки измерительного прибора на последнее деление шкалы. Затем, снижая напряжение через один вольт, нанести остальные деления. Десятичные доли вольта нанести путем равномерного их

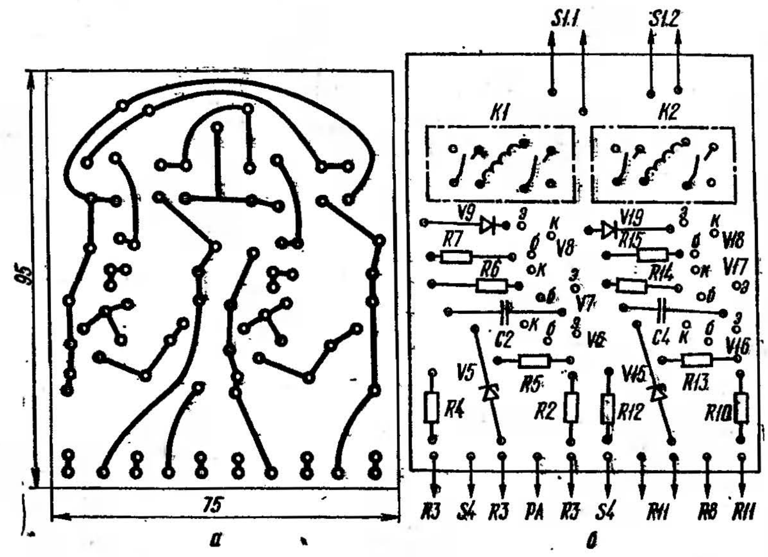


Рис. 4, а. Печатная плата устройства (зеркально)

Рис. 4, б. Расположение деталей на плате

распределения в одновольтовом делении. Следует отметить, что у вольтметра с растянутой шкалой стрелка начнет отклоняться от нулевого деления при напряжении около 11 В.

Сопротивление резистора *R2* при применении прибора Ц24М составляет около 1,2 кОм, при применении прибора М4200 — 4,7 кОм. После градуировки шкалы прибора желательно детали *R1*, *R2* и *V1* смонтировать внутри корпуса прибора.

Зарядное устройство смонтировано в металлическом корпусе размером 250×150×120 мм, на передней панели которого (250×150) размещены органы управления и измерительные приборы (рис. 3). Выпрямительный блок смонтирован на теплоотводе в виде алюминиевой пластины размером 75×75 мм и толщиной 4 мм. Все детали силового блока изолированы от радиатора слюдяными прокладками. Электронные блоки *A1* и *A2* смонтированы на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Рисунок печатной платы и размещение деталей показаны на рис. 4.

При эксплуатации следует соблюдать следующие правила. Сетевой шнур должен иметь хорошую и неповреж-

денную изоляцию, а провода для подключения аккумулятора — иметь мощные зажимы с маркировкой «+» и «—». Нельзя устанавливать предохранитель *F1* на ток более 1 А.

Для включения зарядного устройства в работу надо зажимы *X2* соединить с клеммами аккумулятора, установить переключатель *S2* в положение «Автомат», переключатель *S4* в положение «Работа» и включить вилку сетевого шнура в сеть. Если напряжение на аккумуляторной батарее меньше 12,9 В, автомат сам включится и начнется зарядка батареи. В противном случае следует кратковременно нажать кнопку «Пуск» *S1*. Переключателем *S3* установить необходимую силу зарядного тока. В дальнейшем автоматическое зарядное устройство будет работать, как изложено выше.

При необходимости прекратить работу устройства во время зарядки в режиме «Автомат» надо переключатель *S2* установить в среднее положение, а уже затем отсоединить аккумулятор от зажимов *X2*.

Следует помнить, что зарядка аккумулятора большим током увеличивает толщину активного слоя на положительных пластинах и тем самым ускоряет их разрушение. Зарядка же малым током вреда не приносит, но требует больше времени. Для аккумуляторов емкостью 40...60 А·ч вполне достаточен зарядный ток 1...2 А, а длительность зарядки не играет роли, так как при использовании автомата контроль не требуется.

Режим «Ручной» ничем не отличается от работы общеизвестных зарядных выпрямителей. Надо установить переключатель *S2* в положение «Ручной» и переключателем *S3* добиться необходимого тока зарядки по амперметру *PA*. Когда напряжение достигнет 14,5...14,7 В, следует отключить устройство, поставив переключатель *S2* в среднее положение. При зарядке аккумулятора в режиме «Ручной» нельзя оставлять аккумулятор без контроля, так как перезарядка приводит к быстрому разрушению пластин и выходу аккумулятора из строя.

Литература

Радио, 1975, № 12, с. 44—46.

Радио, 1976, № 6, с. 42—43.

В помощь радиолюбителю. Вып. 62.— М.: ДОСААФ, 1978, с. 50—54.

В помощь радиолюбителю. Вып. 55.— М.: ДОСААФ, 1976, с. 59—60.

ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

Н. Котов

Предлагаемое устройство является музыкальным автоматом, который может быть использован в качестве звонка, музыкальной шкатулки, устройства сигнализации или какой-либо музыкальной игрушки.

Подобные электромузыкальные устройства уже неоднократно описывались в радиолюбительской литературе. Большинство их обладает рядом недостатков:

невозможность оперативной перестройки звучания с одной мелодии на другую;

набор тональности звуков обычно ограничен четырьмя—восемью;

для полного проигрывания мелодии необходимо держать постоянно нажатой кнопку пуска, либо в качестве коммутирующих элементов использовать электромагнитные реле;

в ждущем режиме, как правило, устройство находится под напряжением и потребляет энергию от источника питания, что особенно нежелательно при использовании гальванических элементов;

применение маломощных усилителей НЧ с трансформаторным выходом.

В описываемом приборе перечисленные недостатки устранены. Предусмотрены настройка автомата на любую желаемую мелодию, состоящую не более чем из 16 звуков. Бо́льшее количество звуков признано нецелесообразным из-за слишком долгого звучания мелодии. Диапазон перестройки сигналов звуковой частоты составляет две—три октавы. В ждущем режиме устройство обесточено и практически не потребляет энергию (при автономном питании от гальванических батарей). Для проигрывания всей мелодии не требуется постоянно держать кнопку нажатой, достаточно лишь кратковременно нажать на нее. Чтобы повторно включить устройство, необходимо вновь нажать кнопку. При постоянно нажатой кнопке мелодия проигрывается один раз.

Принципиальная схема электромузыкального устройства приведена на рис. 1. Можно выделить следующие основные узлы:

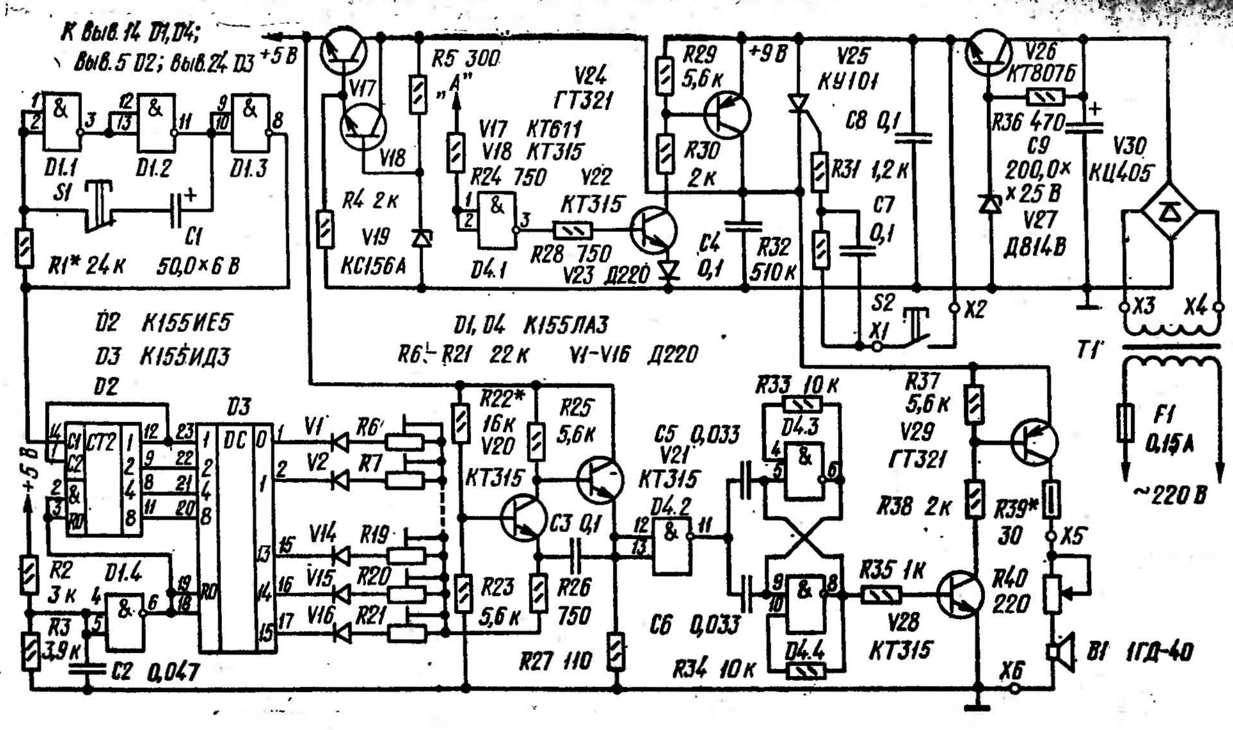


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

генератор тактовых импульсов на элементах *D1.1*, *D1.2*, *D1.3*;

двоичный счетчик тактовых импульсов на микросхеме *D2*;

дешифратор двоичного четырехразрядного кода на микросхеме *D3*;

подстроечные резисторы, подключаемые в частотозадающую цепь генератора импульсов звуковой частоты *R6...R21*;

генератор звуковой частоты на элементах *V20*, *V21*;

формирователь импульсов звуковой частоты на элементах *D4.2*, *D4.3*, *D4.4*;

ключевой усилитель импульсов звуковой частоты на элементах *V28*, *V29*, нагрузкой которого является звуковоспроизводящая головка *B1*;

элемент установки счетчика и дешифратора в нулевое состояние при включении схемы *D1.4*;

схема запуска и остановки на элементах *D4.1*, *V22...V25*;

стабилизатор питания +5 В на элементах *V17*, *V18*, *V19*;

трансформатор *T1* и выпрямитель-стабилизатор +9 В на элементах *V26*, *V27*, *V30*.

Напряжение 12...16 В со вторичной обмотки поступает на выпрямительный мост *V30*. Выпрямленное напряжение подается на сглаживающий фильтр *C9* и на параметрический стабилизатор, собранный на элементах *V26*, *V27*, *R36*, с выхода которого снимается напряжение +9 В.

При нажатии кнопки *S2* тиристор *V25* открывается импульсом тока, протекающего через конденсатор *C7*, и резистор *R31*. Резистор *R32* служит для разрядки конденсатора *C7* после отпускания кнопки *S2*. Открывание тиристора импульсом тока применено для того, чтобы не происходило повторного запуска устройства при постоянно нажатой кнопке *S2*.

При открывании тиристора напряжение +9 В подается на параметрический стабилизатор напряжения +5 В, собранный на элементах *V17*, *V18*, *V19*, *R4*, *R5*, и на ключевой усилитель мощности. Счетчик *D2* и дешифратор *D3* при помощи элемента *D1.4* и цепи *C2R2R3* устанавливаются в нулевое состояние.

С тактового генератора, собранного на элементах *D1.1*, *D1.2*, *D1.3*, *S1*, *R1*, импульсы поступают на двоичный

счетчик *D2*, выходы которого подключены к входам дешифратора *D3*. Дешифратор подключает поочередно к общему проводу через диоды *V1...V16* подстроечные резисторы *R6...R21*, которые являются элементами частотозадающей цепи генератора звуковой частоты, собранного на элементах *V20, V21, C3, R22, R23, R25, R26, R27*. Генератор звуковой частоты вырабатывает сигнал, имеющий форму прямоугольных импульсов, скважность которых меняется в зависимости от вырабатываемой частоты (высоты тона), следовательно, при перестройке генератора будет изменяться и тембровая окраска звучания. Чтобы этого не происходило, применен формирователь импульсов звуковой частоты, собранный на элементах *D4.2, D4.3, D4.4, C5, C6, R33, R34*, который представляет собой делитель на два и с выхода которого импульсы, имеющие постоянную скважность, равную двум, подаются на ключевой усилитель импульсов звуковой частоты, собранный на элементах *V28, V29, R35, R37, R38*, и далее через ограничительный резистор *R39* и регулятор громкости *R40* на динамическую головку *B1*.

После проигрывания мелодии тиристор *V25* закрывается и схема возвращается в ждущий режим.

Количество звуков в мелодии задают установкой перемычки между выводом *A* резистора *R24* и соответствующим выводом дешифратора *D3*. Так, например, для того чтобы мелодия состояла из 10 звуков, вывод *A* необходимо соединить проволочной перемычкой с выводом *10* микросхемы *D3*, если необходимое количество звуков — 16, то перемычка должна подключаться к выводу *17* дешифратора. Самоотключение электромузыкального устройства происходит следующим образом: во время звучания последнего звука на соответствующем выводе дешифратора *D3* устанавливается уровень логического 0. При этом на выводе *3* микросхемы *D4* устанавливается уровень логической 1, открываются транзисторы *V22, V24*, тиристор *V25* шунтируется транзистором *V24* и закрывается, питание на устройство подается через транзистор *V24*. После окончания звучания последнего звука на выводе *3* микросхемы *D4* устанавливается низкий логический уровень, транзисторы *V22, V24* закрываются — устройство обесточивается и возвращается в ждущий режим.

При постоянно нажатой кнопке *S2* повторного запуска происходить не должно, если это все же происходит, то неисправна цепь *D4*, *V22*, *V24*.

Кнопка *S1*, входящая в тактовый генератор, предназначена для облегчения настройки и перестройки электромузыкального устройства на желаемую мелодию.

При нажатии на кнопку *S1* тактовый генератор прекращает вырабатывать импульсы, и выбранный подстроечный резистор (*R6...R21*) будет подключен к частотозадающей цепи звукового генератора до тех пор, пока будет нажата кнопка *S1*, что позволяет изменением сопротивления этого резистора установить желаемую высоту звука. При отпускании кнопки *S1* тактовый генератор продолжит работу и произойдет дальнейшее переключение резисторов *R6...R21*.

При питании устройства от сети переменного тока переменное напряжение со вторичной обмотки трансформатора подается на клеммы *X3*, *X4*.

Если использовать автономное питание, элементы *V26*, *V27*, *V30*, *C9*, *R36* устанавливать на плату не следует.

Напряжение +9 В подается на клемму *X2*, а —9 В на клемму *X6*. В качестве батарей рекомендуется использовать шесть элементов 343, так как ток, потребляемый во время работы при максимальной громкости звучания, может достигать 100 мА. В ждущем режиме ток от батарей практически не потребляется.

Электромузыкальное устройство размещено в деревянном ящике размером 250×150×110 мм, отделанном под ценные породы дерева. Задняя крышка ящика — съемная. Детали укреплены на шпильках М3, вделанных наглухо в переднюю стенку. Динамическая головка *B1* (типа 1ГД-40), трансформатор питания *T1* закреплены на шпильках длиной 15 мм. Плата закреплена на шпильках длиной 70 мм и находится над динамической головкой *B1*. Регулятор громкости *R40* также находится на передней панели. После установки всех шпилек передняя панель и боковые стенки оклеивают фанеровкой или пленкой, покрываемой бесцветным лаком.

Динамическую головку *B1* закрывают декоративной решеткой. Основную плату устанавливают таким образом, чтобы был открыт доступ к кнопке *S1* и подстроечным резисторам *R6...R21*. Предохранитель *F* на 0,25 А установлен на боковой стенке.

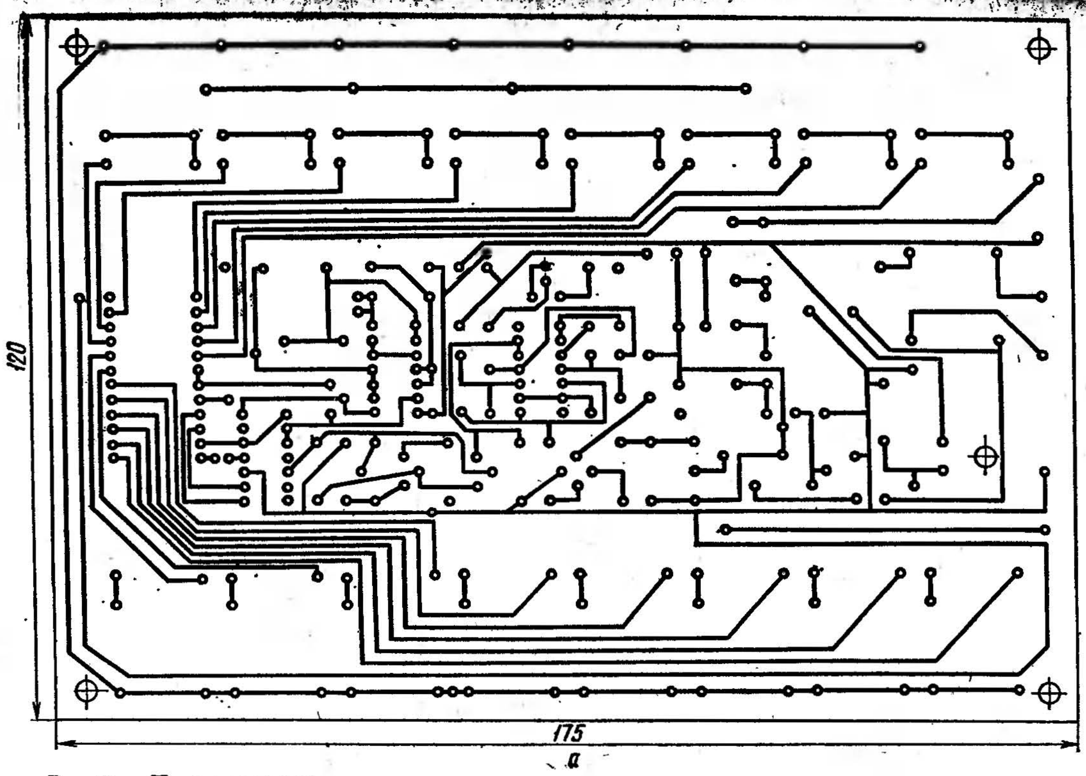


Рис. 2, *а*. Печатная плата

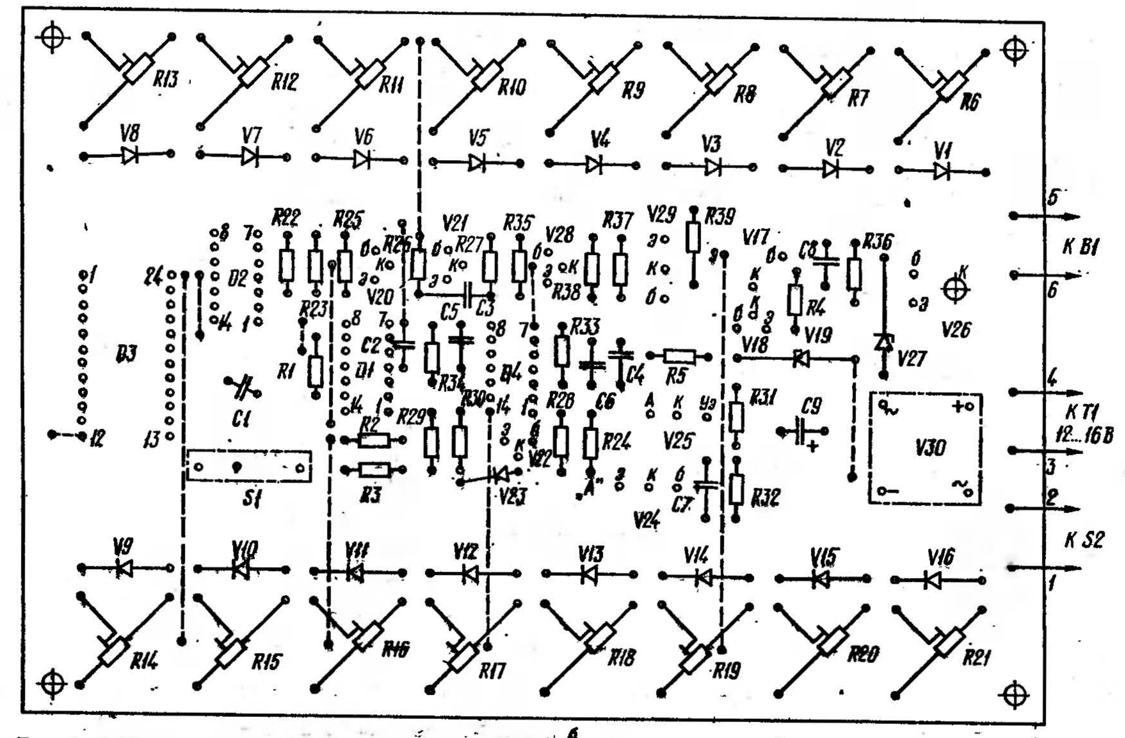


Рис. 2, *б*. Расположение элементов

б

В случае питания устройства от шести элементов 343 необходимо предусмотреть отсек для батарей. При этом размеры ящика соответственно увеличатся.

Все элементы, за исключением динамической головки *B1*, резистора *R40*, трансформатора питания или батареи, размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита размером 175×120 мм и толщиной 1,5...2 мм (рис. 2).

Для того чтобы не делать двустороннего монтажа, устанавливаются перемычки, указанные на рис. 2, *б* пунктирными линиями. Перемычка, соединяющая вывод *А* с соответствующим выводом микросхемы *D3*, на рис. 2, *б* не указана.

Диоды *V1...V16*, *V23* — любые маломощные кремниевые (Д18, Д223, Д220, КД503 — с любыми буквенными индексами). *V30* — выпрямительный мост типа КЦ405 с любым буквенным индексом, можно применить мост, собранный из диодов Д226 с любыми буквенными индексами.

Транзисторы *V18*, *V20*, *V21*, *V22*, *V23*, *V28* — КТ312, КТ315, КТ342, КТ3102 с любыми буквенными индексами. Транзисторы *V22* и *V28* желательно подобрать с $h_{21э} > 150$ и с минимальными $I_{кв}$, $I_{ко}$. Транзистор *V17* — КТ602, КТ611, КТ815 с любыми буквенными индексами. Транзистор *V26* — КТ807, КТ815, КТ817 с любыми буквенными индексами и $h_{21э} > 50$, устанавливается на небольшой радиатор, для чего в плате предусмотрено отверстие под винт М3.

Транзисторы *V24*, *V29* — ГТ321 с любыми буквенными индексами, их желательно отобрать с минимальными $I_{кв}$, $I_{ко}$. Тиристор *V25* — КУ101 с любым буквенным индексом.

Конденсаторы *C1*, *C9* — К50-6, *C2...C8* — КМ, КЛС.

Все постоянные резисторы (за исключением *R39*) — МЛТ-0,125, резистор *R39* — МЛТ-0,5; *R40* — любой проволочный мощностью рассеяния не менее 1 Вт и номиналом 150...330 Ом.

Резисторы *R6...R21* — СПЗ-1А номиналом 22 кОм. Можно применить резисторы других типов с соответствующей доработкой печатной платы.

Кнопка *S1* — микропереключатель МП-1-1, МП3, МП5, МП9, устанавливается непосредственно на печатную плату.

Кнопка пуска *S2* устанавливается в том месте, откуда

необходимо производить запуск устройства. Если устройство предполагается использовать как электромузыкальный звонок (взамен электрического), то необходимо убедиться, что кнопка старого звонка отключена от сети переменного тока.

Динамическая головка *B1* — любая мощностью 1...4 Вт с сопротивлением катушки по постоянному току 6...8 Ом.

В качестве трансформатора питания *T1* можно использовать трансформатор ТПП 230, ТПП 231 или любые другие мощностью 8...15 Вт и напряжением на вторичной обмотке 12...16 В.

Электромузыкальное устройство, собранное без ошибок и из исправных деталей, начинает работать сразу. Необходимое количество звуков в мелодии выбирается установкой перемычки между выводом *А* и соответствующим выводом дешифратора *D3*.

Скорость переключения звуков определяется частотой тактового генератора и задается конденсатором *C1* грубо и подбором резистора *R1* (в пределах 1,8...3,9 кОм) точно и должна находиться в пределах 0,8...1,5 Гц.

Желаемую высоту звука устанавливают подстроечными резисторами *R6...R21*. В случае если базовая частота звуковых импульсов слишком велика или мала, то ее подбирают, изменяя сопротивления резистора *R22* в пределах 12...20 кОм или изменяя емкость конденсатора *C3* в пределах 0,068...0,2 мкФ. Для остановки тактового генератора во время настройки используется кнопка *S1*.

Настраивать электромузыкальное устройство можно на слух, пользуясь каким-либо музыкальным инструментом, либо с помощью частотомера. Для этого необходимо соответствующую нотную запись мелодии составить в виде последовательного набора частот. Звуки бо́льшей длительности состоят из нескольких последовательно звучащих звуков одного тона. В качестве примера приводится мелодия «Отвори потихоньку калитку», составленная в виде набора частот (в Гц): 1 — 370; 2 — 622; 3 — 494; 4 — 494; 5 — 415; 6 — 466; 7 — 494; 8 — 466; 9—494; 10—698; 11 — 698; 12 — 622; 13 — 523; 14 — 523; 15 — 554; 16 — 554.

ОБЪЕМНАЯ ЦВЕТОМУЗЫКАЛЬНАЯ УСТАНОВКА «ГАРМОНИЯ»

С. Сорокин

Предлагаемая цветомузыкальная установка (ЦМУ) «Гармония» может быть использована в рекламных устройствах, декорационно-оформительской практике и дискотеках. Перекрестное многократное смешивание цветов описываемой ЦМУ совместно с иллюзионным вращением ламп одного цвета позволяет получить оригинальную цветомузыкальную композицию.

Выходное оптическое устройство (ВОУ) объемной цветомузыкальной установки состоит из излучателя *1* и отражателя *2*, соединенных винтами *3* (М3×4) (рис. 1). В нижней части ВОУ предусмотрено обрезиненное отверстие *4*, в которое выведены провода *5* со штекером *6* для подключения к электронному блоку ЦМУ.

Конструкция излучателя и его детали показаны на рис. 2, 3, 4. Излучатель представляет собой пирамиду, грани которой выполнены из цветных стекол *1* (рис. 2). Они вставлены между хомутами *2* и *3*, закрепленными на ребрах *4* винтами *5* (М3×6). Внутри пирамиды размещен стакан *6*. Он изготовлен из алюминиевого листа с отгибаемыми выступами (рис. 4). В верхней части стакана *6* смонтированы рассеиватель, выполненный в виде шести ребер *7* и переходных колец *8* и *9*, соединенных эпоксидным клеем. Крепление ребер *4* излучателя к стакану *6* осуществляется винтами (М2×6). Ребра и стакан *6* расположены на основании *11* и укреплены винтами *12* (М3×6). В каждой ячейке между ребрами *4*, стаканом *6* и основанием *11* установлена лампа накаливания *13* (всего 6 штук). Эти лампы подключены к шести каналам электронного блока ЦМУ, представляющим собой: три канала приставки на *RC*-фильтрах красного, зеленого, синего цветов и три канала переключателя ламп желтого цвета на трехфазном тринисторном мультивибраторе. Цветные стекла *1* (см. рис. 2) расположены на гранях пирамиды излучателя в следующем порядке: красное, желтое, зеленое, желтое, синее, желтое. Патроны ламп *13* укреплены на основании *11* винтами *14* (М2×10). В верхней части стакана *6* размещена лампа подсветки *15* седьмого канала (фиолетового цвета). Она укреплена с помощью листа *16* с отгибаемыми выступами, установленного на фиксирующие стержни *17*, концы

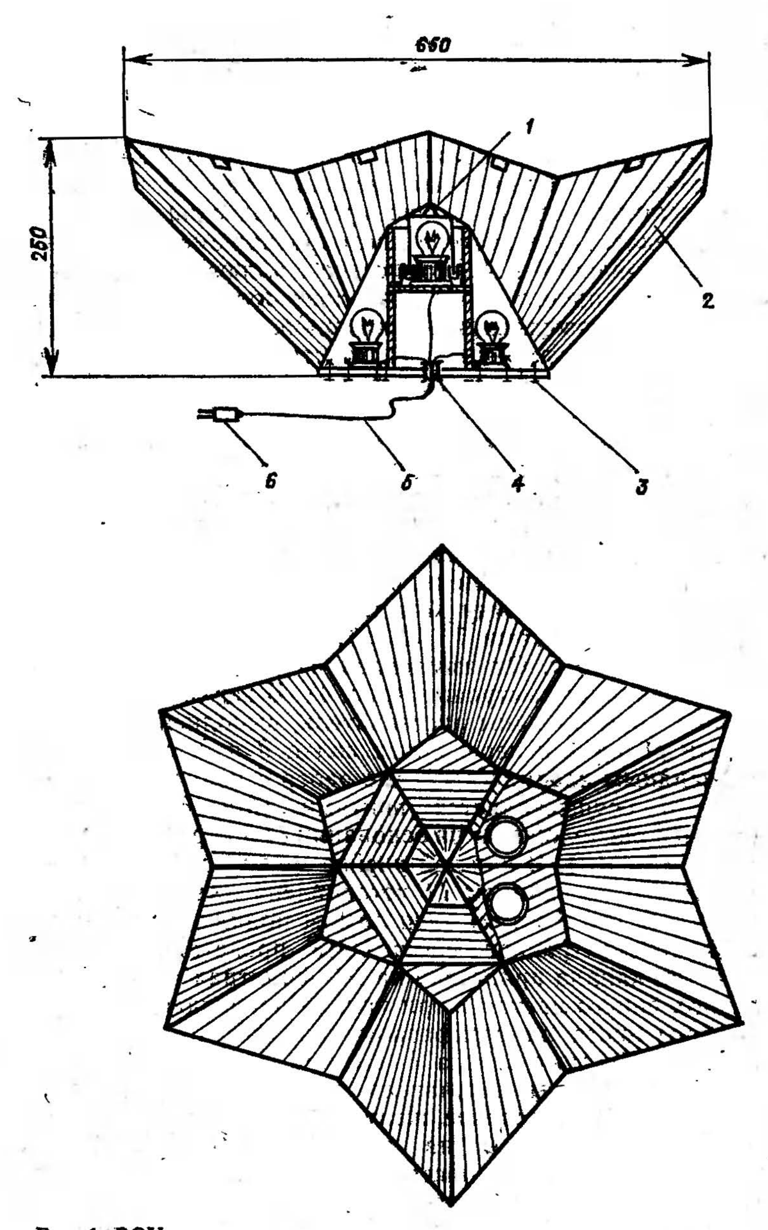


Рис. 1. ВОУ

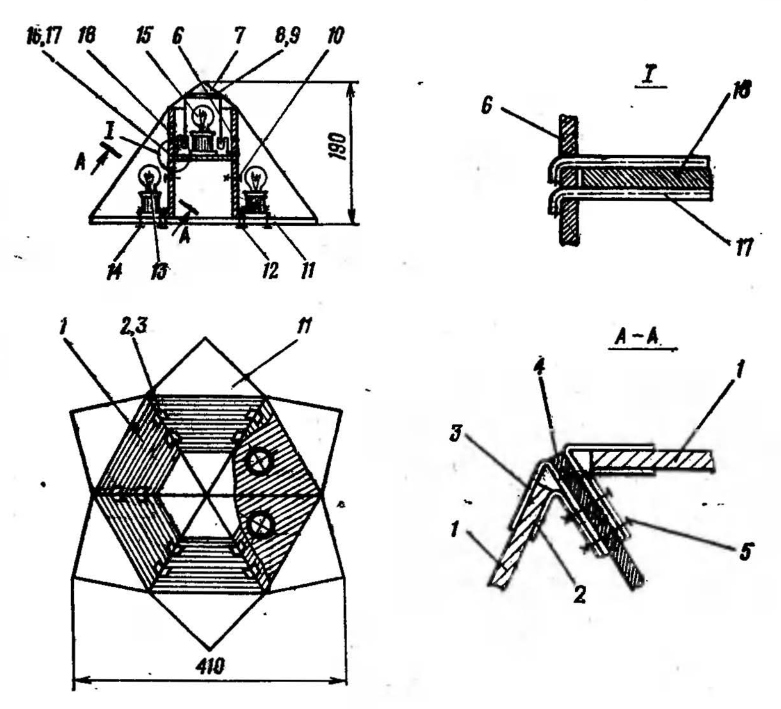


Рис. 2. Измеритель

которых следует согнуть после их размещения в стакане 6. На лампу 15 надет цветофильтр. Его устройство показано на рис. 5. Цветофильтр представляет собой цилиндр, каркас которого выполнен из листового алюминия. В каркасе с помощью отгибаемых выступов закреплены фиолетовые стекла 1 и 2. Цилиндр монтируется в скобах 18 (см. рис. 2). В качестве цветного стекла для деталей излучателя можно использовать фильтры театральных прожекторов.

Устройство отражателя и его детали показаны на рис. 6 и 7. Он представляет собой пространственную конструкцию из шести листов 1, согнутых посередине. Боковая часть каждого листа отогнута и связана с соседним листом винтами 4 (M2×4). Внутренняя часть отражателя содержит зеркала 2, закрепленные отгибаемыми выступами листа 1. Если поверхности согнутых листов отшлифованы и обладают хорошей отражатель-

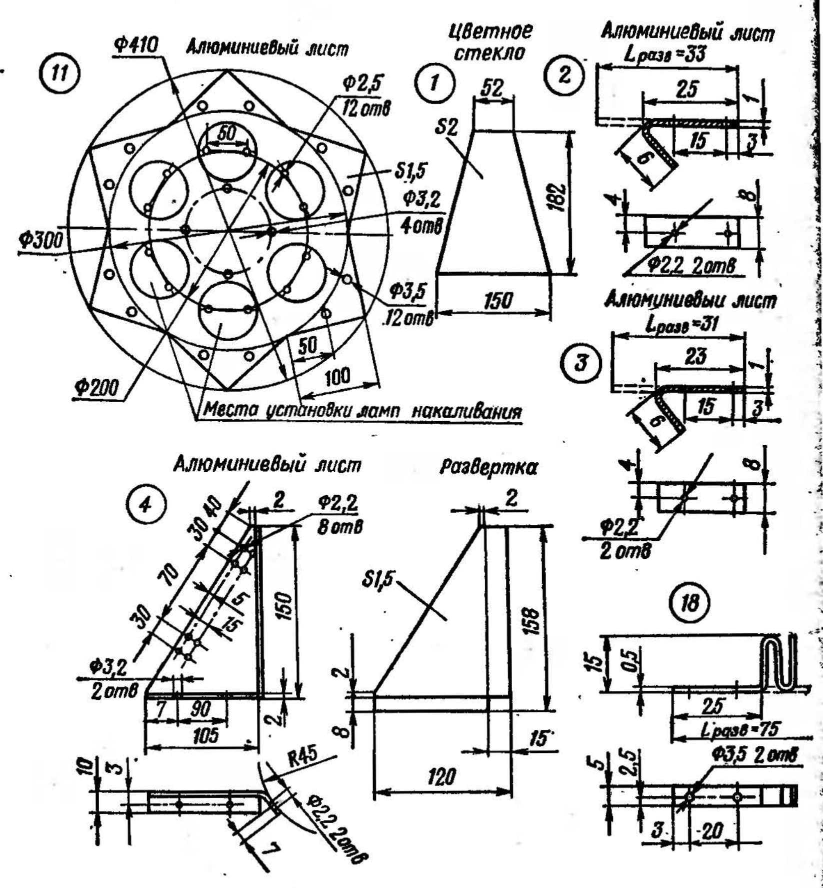


Рис. 3. Чертежи деталей 1—4, 11, 18

ной способностью, то использование зеркала 2 необязательно.

Электронный блок ЦМУ состоит из двух частей: переключателя ламп на трехфазном тринисторном мультивибраторе и приставки на *RC*-фильтрах. Применение тринисторов позволяет упростить электрическую схему.

Переключатель ламп на трехфазном тринисторном мультивибраторе (рис. 8) предназначен для создания эффекта вращения экрана ЦМУ. Когда устройство подключается к сети, то начинают заряжаться конденсаторы *C1...C3*. Продолжительность зарядки каждого конден-

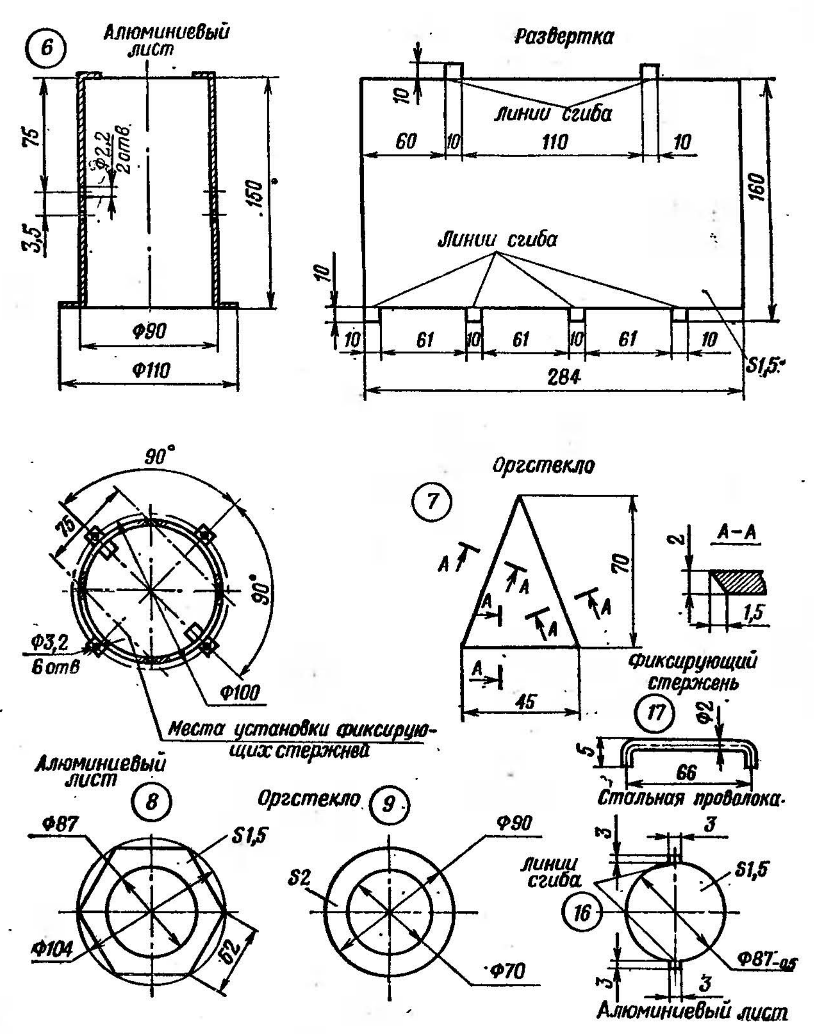


Рис. 4. Чертежи деталей 6—9, 16, 17

сатора зависит от его емкости и сопротивления резистора, включенного между ним и диодом *V1*, выпрямляющим напряжение сети (резисторы *R2*, *R4*, *R6*). Через определенное время напряжение на одном из конденсаторов достигнет напряжения открывания тринистора. Предположим, что это будет тринистор *V3*. Тогда заго-

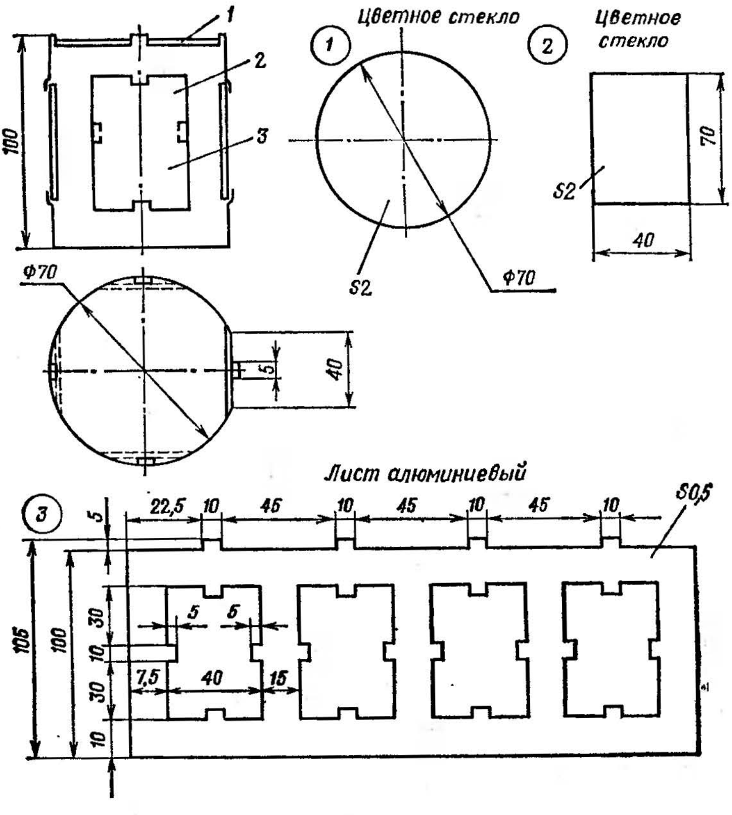


Рис. 5. Фильтр

рится лампа *H1*, а через открытый тринистор и диод *V10* почти мгновенно разрядится конденсатор *C3*. Следующим зарядится конденсатор *C2* (поскольку конденсатор *C3* разряжен), откроется тринистор *V6* и включит лампу *H2*. При этом конденсатор *C1* разрядится через диод *V4* и тринистор *V6*, а конденсатор *C3* начнет заряжаться до напряжения открывания тринистора *V9* по управляющему электроду. Таким образом, лампы будут зажигаться поочередно. Продолжительность их горения определяется временем зарядки соответствующих конденсаторов *C1*...*C3*. Резисторы *R1*, *R3*, *R5* ограничивают токи, текущие через управляющие электроды тринисторов. Устройство обеспечивает переключение ламп с

Рис. 6. Отражатель

Рис. 7. Чертежи деталей 1, 2

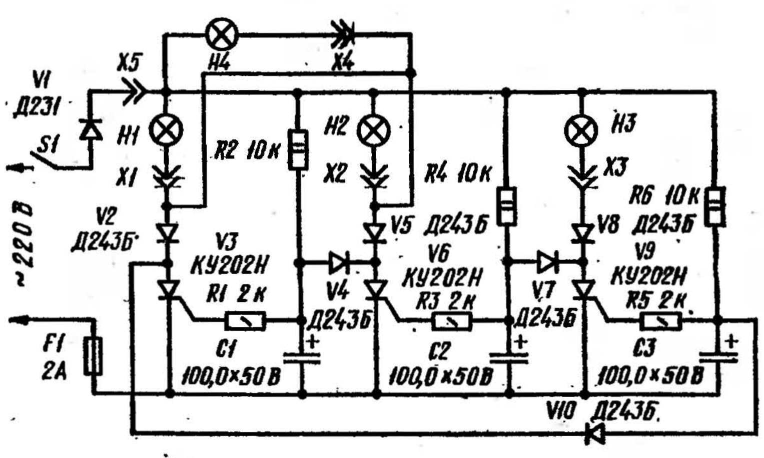


Рис. 8. Схема переключателя ламп (в цепи *X4—X1* и *X4—X2* включить по диоду Д243Б)

интервалом около 0,4 с. Для увеличения интервала следует увеличивать номиналы конденсаторов *C1...C3* и резисторов *R2*, *R4*, *R6*. Данные этих деталей подбирают опытным путем, добиваясь необходимой длительности горения ламп. Параллельно лампам *H1* и *H2* подключена лампа *H4* подсветки седьмого канала. Она горит, когда включается лампа *H1* или *H2*, и гаснет при зажигании лампы *H3*.

Приставка на *RC*-фильтрах служит для создания цветомузыкального эффекта, ее принципиальная схема изображена на рис. 9. Приставка содержит три канала, разделенные по частотам: низкие — до 200 Гц, средние — от 200 до 6000 Гц, высокие — выше 6000 Гц.

Каналам соответствуют лампы излучателя со стеклами красного, зеленого, синего цветов. Минимальный уровень входного сигнала 0,8 В, максимальный 2 В, регулируется с помощью резистора *R8*. На вход приставки подается сигнал с любого звуковоспроизводящего устройства: электропроигрывателя, радиоприемника, магнитофона. Разделение входного сигнала по частотам осуществляется *RC*-фильтрами. Приставка получается простой и доступной для повторения любому радиолюбителю. Звуковой сигнал, пройдя фильтры *R1...R4*, *C1...C4*, поступает на управляющие электроды тринисторов *V1...V3*, зажигающих лампы *H1...H3*.

В электронном блоке ЦМУ применены широко распространенные элементы — резисторы МЛТ, УЛМ; переменные резисторы СП, СПО; конденсаторы МБМ, К50-6, тринисторы с $U_{обр} = 400$ В. Трансформатор *T1* ТВН-3. Его данные: сердечник — Ш16×24, обмотка *I* — 60 витков ПЭЛ 0,51; *II* — 100 витков ПЭЛ 0,51. Лампы накаливания общего назначения напряжением 220 В и мощностью до 200 Вт на канал. Тип провода в силовой части устройства — МГВ 0,2 мм², в остальной части — МГШ $S = 0,1$ мм². В основании ВОУ провода объедииены и вставлены в поливинилхлоридную трубку диаметром 8 мм; длиной 1,5 м. Элементы переключателя на трехфазном тринисторном мультивибраторе и приставки на *RC*-фильтрах смонтированы на печатных платах (рис. 10, 11). Для их изготовления можно использовать односторонний фольгированный гетинакс. Требуемый рисунок получается нанесением на плату лака н при выдержнвании в течение 2—3 дней в растворе медного купороса. Для соединения выхода электронного

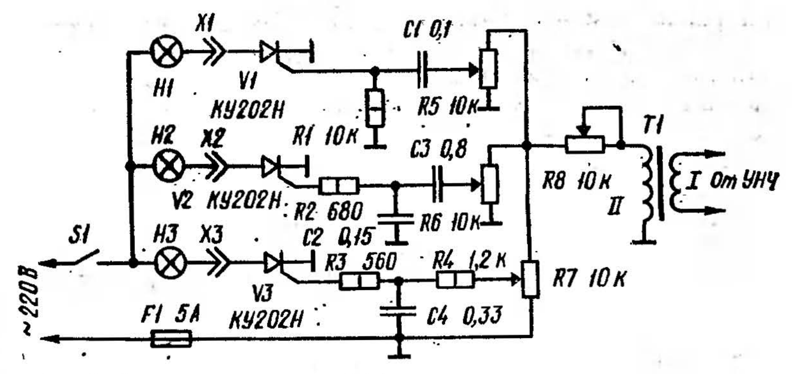


Рис. 9. Схема приставки на *RC*-фильтрах

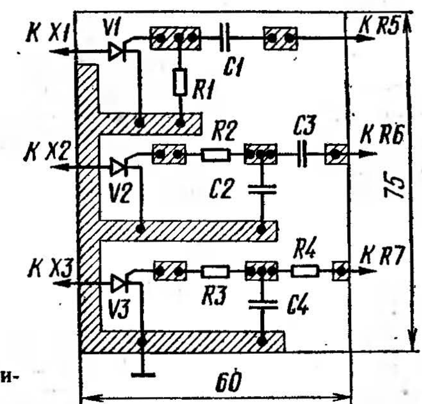


Рис. 10. Печатная плата приставки

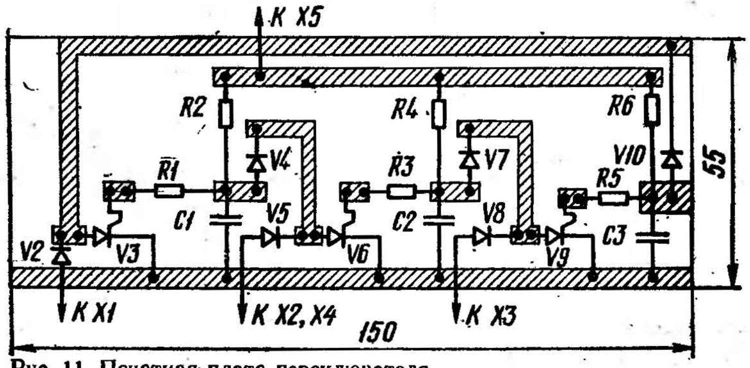


Рис. 11. Печатная плата переключателя

блока ЦМУ с ВОУ применен восьмиштырьковый разъем типа 2РМ18КПН7Ш1Е1.

Корпус электронного блока ЦМУ изготовлен из фанеры с отделкой шпоном ценных пород дерева. Вход приставки электронного блока ЦМУ соединен экранированным проводом с выходом звуковоспроизводящего устройства. На передней панели корпуса расположены органы управления приставки на *RC*-фильтрах — регулировка подачи сигнала на каждый канал (резисторы *R5*, *R6*, *R7*) и общей настройки (*R8*).

Настройка переключателя на трехфазном тринисторном мультивибраторе на определенное время переключения ламп достигается подбором конденсаторов и сопротивлений в управляющих цепях переключателя. Для защиты конденсаторов *C1*...*C3*, завязанных между собой по кольцу, рекомендуется применить стабилитроны типа Д817А. Они устанавливаются параллельно емкостям и убираются после настройки переключателя. В целях безопасности желательна установка электролитических конденсаторов в корпус. Для настройки фильтров приставки электронного блока ЦМУ используется звуковой генератор, сигнал с которого подается на вход приставки.

При изготовлении и эксплуатации цветомузыкальной установки «Гармония» необходимо соблюдать следующие меры безопасности. Все оголенные участки внутренней проводки ВОУ должны быть надежно изолированы. Перед использованием выходного оптического устройства в работе необходима проверка отсутствия замыкания отдельных проводников на металлический корпус основания с помощью омметра. Разъемы от электронного блока к ВОУ должны иметь надежный контакт. При эксплуатации ЦМУ «Гармония» с лампами накаливания от 100 до 200 Вт на канал необходимо после каждого часа работы отключать ВОУ на 5...10 мин для охлаждения установки. При использовании ламп до 100 Вт на канал установка может работать беспрерывно.

Литература

Васильев В. А., Веневцев М. К. Транзисторные конструкции сельского радиолюбителя.— М. : Энергия, 1980, с. 83—84.

Галеев Б. М. Светомузыкальные устройства.— М. : Энергия, 1978.

Иванов Б. С. В помощь радиокружку.— М. : Радио и связь, 1982, с. 124—127.

Сорокин С. Выходное оптическое устройство цветомузыкальной установки.— В помощь радиолюбителю. Вып. 75, 1981, с. 15—24.